

明細書

非対称モノアントラセン誘導体、有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子

技術分野

本発明は、非対称モノアントラセン誘導体、有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、さらに詳しくは、発光効率が高く長寿命な有機エレクトロルミネッセンス素子、それを実現する非対称モノアントラセン誘導体及び有機エレクトロルミネッセンス素子用材料に関するものである。

背景技術

有機エレクトロルミネッセンス素子(以下エレクトロルミネッセンスをELと略記することがある)は、電界を印加することにより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社のC. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告(C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ(Applied Physics Letters), 51巻、913頁、1987年等)がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。Tangらは、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層

に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じ込めること等が挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送発光層の2層型、または正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

また、発光材料としてはトリス（8-キノリノラート）アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルプタジエン誘導体、ビススチルルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3等）。

また、発光材料としてフェニルアントラセン誘導体を用いた素子が、特許文献4に開示されている。このようなアントラセン誘導体は青色発光材料として用いられるが、素子寿命を伸ばすことが望まれていた。アントラセンの9, 10位にナフチル基を有する材料が特許文献5に、アントラセンの9, 10位にフルオランテン基を有する素子材料が特許文献6に開示されている。これらのアントラセン誘導体も青色発光材料として用いられるが、やはり素子寿命の改善が求められていた。さらに、特許文献7に種々のアントラセン誘導体を正孔輸送材料として用いることが開示されている。しかしながら、発光材料としての評価は未だ成されていなかった。

- 【特許文献 1】 特開平 8－2 3 9 6 5 5 号公報
- 【特許文献 2】 特開平 7－1 3 8 5 6 1 号公報
- 【特許文献 3】 特開平 3－2 0 0 2 8 9 号公報
- 【特許文献 4】 特開平 8－0 1 2 6 0 0 号公報
- 【特許文献 5】 特開平 1 1－3 7 8 2 号公報
- 【特許文献 6】 特開 2 0 0 1－2 5 7 0 7 4 号公報
- 【特許文献 7】 特開 2 0 0 0－1 8 2 7 7 6 号公報

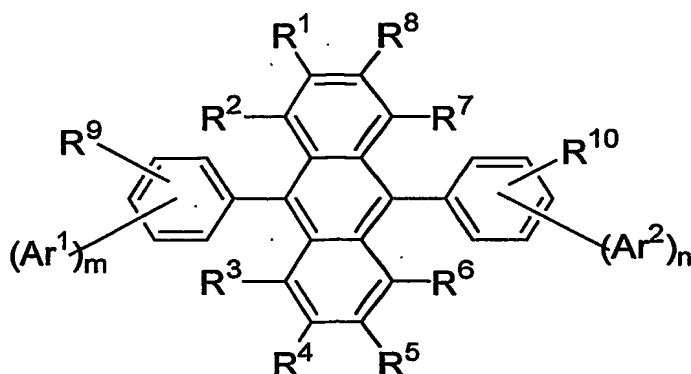
発明の開示

本発明は、前記の課題を解決するためなされたもので、発光効率が高く、長寿命な有機 EL 素子及びそれを実現する非対称モノアントラセン誘導体及び有機 EL 素子用材料を提供することを目的とする。

本発明者らは、前記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、下記一般式（1）で表される非対称型の特定のモノアントラセン構造を有する化合物を有機 EL 素子における発光材料として用いると、発光効率が高く、寿命が長い有機 EL 素子が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。また、下記一般式（1）で表されるような非対称型のモノアントラセン構造を有する化合物を用いることにより、化合物の蒸着温度を低くすることができ、蒸着時の化合物の熱分解も抑制される。

すなわち、本発明は、下記一般式（1）で表される非対称モノアントラセン誘導体、該非対称モノアントラセン誘導体からなる有機 EL 素子用材料、並びに陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機 EL 素子において、該有機薄膜層の少なくとも 1 層が、一般式（1）で表される非対称モノアントラセン誘導体を単独もしくは

混合物の成分として含有する有機EL素子を提供するものである。



(1)

(式中、 Ar^1 及び Ar^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基であり、 m 及び n は、それぞれ 1 ～ 4 の整数である。ただし、 $m = n = 1$ でかつ Ar^1 と Ar^2 のベンゼン環への結合位置が左右対称型の場合には、 Ar^1 と Ar^2 は同一ではなく、 m 又は n が 2 ～ 4 の整数の場合には m と n は異なる整数である。

$R^1 \sim R^8$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もし

くは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基である。

R⁹ 及び R¹⁰ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基であり、いずれもアルケニル基であることはない。)

発明の効果

本発明の非対称モノアントラセン誘導体を有機 EL 素子用材料として用いた有機 EL 素子は、発光効率が高く、長寿命である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の非対称モノアントラセン誘導体は、上記一般式 (1) で表されるものである。

前記一般式 (1) において、m 及び n は、それぞれ 1 ～ 4 の整数であり、1 ～ 2 の整数であると好ましい。

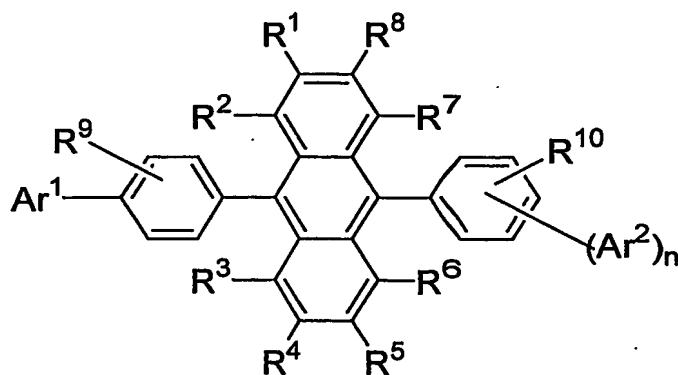
ただし、m = n = 1 でかつ A_{r1} と A_{r2} のベンゼン環への結

合位置が左右対称型の場合には、 Ar^1 と Ar^2 は同一ではなく、 m 又は n が 2 ～ 4 の整数の場合には m と n は異なる整数である。なお、本発明において、左右対称型とは、アントラセン環の 9 位に結合するベンゼン環において、 Ar^1 及び R^9 が置換する位置 (X^1 位, X^2 位) に対し、アントラセン環の 10 位に結合するベンゼン環において、 Ar^2 及び R^{10} がそれぞれ X^1 位, X^2 位に置換する場合を左右対称型という。

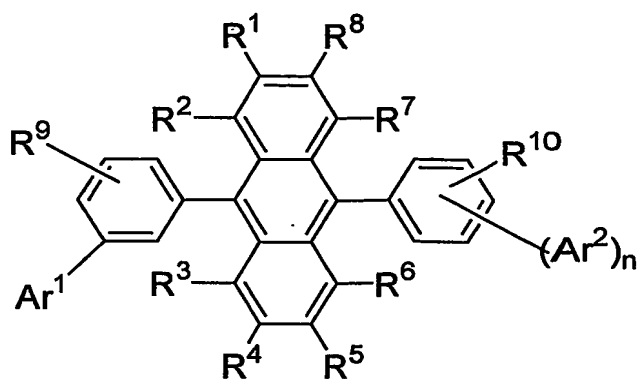
すなわち、一般式 (1) のアントラセン誘導体は、アントラセン核に結合する左右の芳香族炭化水素環基で置換されたベンゼン環が左右非対称となる構造であり、前記アントラセン誘導体は非対称構造を有している。

例えば、アントラセン核の 2 位と 3 位の置換基が異なっているも、9 位及び 10 位に結合する置換基が同一のものであれば、本発明における非対称には含まれない。

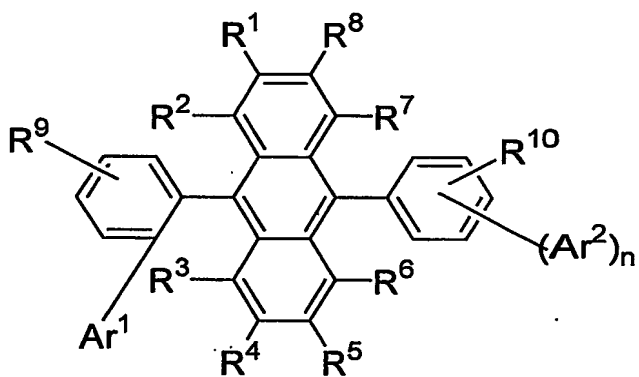
また、前記一般式 (1) において、 m 及び n 又は n が 1 であるものがさらに好ましく、例えば m が 1 の場合、下記一般式 (2) ～ (4) のいずれかで表されるものがさらに好ましい。



(2)



(3)



(4)

一般式 (2) ~ (4) において、 Ar^1 、 Ar^2 、 n 、 $R^1 \sim R^{10}$ は一般式 (1) と同じである。

なお、前記と同様に $n = 1$ でかつ Ar^1 と Ar^2 のベンゼン環への結合位置が左右対称型の場合には、 Ar^1 と Ar^2 は同一ではない。

一般式 (1) において、 Ar^1 及び Ar^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 50 の芳香族炭化水素環基

である。

Ar^1 と Ar^2 の置換もしくは無置換の芳香族炭化水素環基としては、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

これらの中でも好ましくは、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基である。

一般式(1)において、 $R^1 \sim R^8$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6～50の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の核原子数5～50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは

は無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基である。

R⁹ 及び R¹⁰ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基であり、いずれもアルケニル基であることはない。

R¹ ～ R¹⁰ の置換もしくは無置換の芳香族炭化水素環基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェ

ニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-tert-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-tert-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

R¹ ~ R⁸の置換もしくは無置換の芳香族複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾ

リル基、9-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フ

エナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、10-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、10-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-

イル基、2-メチルー1-インドリル基、4-メチルー1-インドリル基、2-メチルー3-インドリル基、4-メチルー3-インドリル基、2-*t*-ブチル1-インドリル基、4-*t*-ブチル1-インドリル基、2-*t*-ブチル3-インドリル基、4-*t*-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シ

アノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1,2-ジシアノエチル基、1,3-ジシアノイソプロピル基、2,3-ジシアノ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1,2-ジニトロエチル基、1,3-ジニトロイソプロピル基、2,3-ジニトロ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のシクロアルキル基の例としては、例えば、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基、1-ノルボルニル基、2-ノルボルニル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のアルコキシ基は、-OYで表される基であり、Yの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1,2-ジヒドロキシエチル基、1,3-ジヒドロキシイソプロピル基、2,3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1,2-ジクロロエチル基、1,3-ジクロロイソプロピル基、2,3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1,2,3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1,2-ジブromoエチル基、1,3-ジ

ブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-tert-ブチル基、 α -ナフチルメチル基、1- α -ナフチルエチル基、2- α -ナフチルエチル基、1- α -ナフチルイソプロピル基、2- α -ナフチルイソプロピル基、 β -ナフチルメチル基、1- β -ナフチルエチル基、2- β -ナフチルエチル基、1- β -ナフチルイソプロピル基、2- β -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、p-メチルベンジル基、m-メチルベンジル基、o-メチルベンジル基、p-クロロベンジル基、m-クロロベンジル基、o-ク

ロロベンジル基、p-ブロモベンジル基、m-ブロモベンジル基、o-ブロモベンジル基、p-ヨードベンジル基、m-ヨードベンジル基、o-ヨードベンジル基、p-ヒドロキシベンジル基、m-ヒドロキシベンジル基、o-ヒドロキシベンジル基、p-アミノベンジル基、m-アミノベンジル基、o-アミノベンジル基、p-ニトロベンジル基、m-ニトロベンジル基、o-ニトロベンジル基、p-シアノベンジル基、m-シアノベンジル基、o-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のアリールオキシ基は、-O Y' と表され、Y' の例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-ターブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''-ターブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-イン

ドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,7-フェナンスロリン-2-イル基、1,7-フェナンスロリン-3-イル基、1,7-フェナンスロリン-4-イル基、1,7-フェナンスロリン-5-イル基、1,7-フェナンスロリン-6-イル基、1,7-フェナンスロリン-8-イル基、1,7-フェナンスロリン-9-イル基、1,7-フェナンスロリン-10-イル

基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フェナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イ

ル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール-1-イル基、3-メチルピロール-2-イル基、3-メチルピロール-4-イル基、3-メチルピロール-5-イル基、2-t-ブチルピロール-4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロール-1-イル基、2-メチル-1-インドリル基、4-メチル-1-インドリル基、2-メチル-3-インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-t-ブチル-1-インドリル基、4-t-ブチル-1-インドリル基、2-t-ブチル-3-インドリル基、4-t-ブチル-3-インドリル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のアリールチオ基は、-S Y”と表され、Y”の例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2

ービフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-ト-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-ト-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、

1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,7-フェナンスロリン-2-イル基、1,7-フェナンスロリン-3-イル基、1,7-フェナンスロリン-4-イル基、1,7-フェナンスロリン-5-イル基、1,7-フェナンスロリン-6-イル基、1,7-フェナンスロリン-8-イル基、1,7-フェナンスロリン-9-イル基、1,7-フェナンスロリン-10-イル基、1,8-フェナンスロリン-2-イル基、1,8-フェナンスロリン-3-イル基、1,8-フェナンスロリン-4-イル基、1,8-フェナンスロリン-5-イル基、1,8-フェナンスロリン-6-イル基、1,8-フェナンスロリン-7-イル基、1,8-フェナンスロリン-9-イル基、1,8-フェナンスロリン-10-イル基、1,9-フェナンスロリン-2-イル基、1,9-フェナンスロリン-3-イル基、1,9-フェナンスロリン-4-イル基、1,9-フェナンスロリン-5-イル基、1,9-フェナンスロリン-6-イル基、1,9-フェナンスロリン-7-イル基、1,9-フェナンスロリン-8-イル基、1,9-フェナンスロリン-10-イル基、1,10-フェナンスロリン-2-イル基、1,10-フェナンスロリン-3-イル基、1,10-フェナンスロリン-4-イル基、1,10-フェナンスロリン-5-イル基、2,9-フェナンスロリン-1-イル基、2,9-フェナンスロリン-3-イル基、2,9-フェナンスロリン-4-イル基、2,9-フェナンスロリン-5-イル基、2,9

ーフェナンスロリンー6-イル基、2, 9-フェナンスロリンー7-イル基、2, 9-フェナンスロリンー8-イル基、2, 9-フェナンスロリンー10-イル基、2, 8-フェナンスロリンー1-イル基、2, 8-フェナンスロリンー3-イル基、2, 8-フェナンスロリンー4-イル基、2, 8-フェナンスロリンー5-イル基、2, 8-フェナンスロリンー6-イル基、2, 8-フェナンスロリンー7-イル基、2, 8-フェナンスロリンー9-イル基、2, 8-フェナンスロリンー10-イル基、2, 7-フェナンスロリンー1-イル基、2, 7-フェナンスロリンー3-イル基、2, 7-フェナンスロリンー4-イル基、2, 7-フェナンスロリンー5-イル基、2, 7-フェナンスロリンー6-イル基、2, 7-フェナンスロリンー8-イル基、2, 7-フェナンスロリンー9-イル基、2, 7-フェナンスロリンー10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロールー1-イル基、2-メチルピロールー3-イル基、2-メチルピロールー4-イル基、2-メチルピロールー5-イル基、3-メチルピロールー1-イル基、3-メチルピロールー2-イル基、3-メチルピロールー4-イル基、3-メチルピロールー5-イル基、2-t-ブチルピロールー4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロールー1-イル基、2-メチルー1-インドリル基、4-メチルー1-インドリル基、2-メチルー3-

インドリル基、4-メチル-3-インドリル基、2-*t*-ブチル1-インドリル基、4-*t*-ブチル1-インドリル基、2-*t*-ブチル3-インドリル基、4-*t*-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

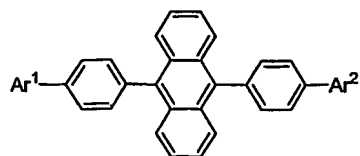
R¹ ~ R¹⁰の置換もしくは無置換のアルコキシカルボニル基は-COOZと表され、Zの例としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1-ブromoエチル基、2-ブromoエチル基、2-ブromoイソブチル基、1, 2-ジブromoエチル基、1, 3-ジブromoイソプロピル基、2, 3-ジブromo-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエ

チル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-tert-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

R¹ ~ R¹⁰のハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

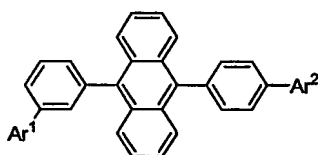
前記Ar¹、Ar²及びR¹ ~ R¹⁰の示す基における置換基としては、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アリール基、シクロアルキル基、アルコキシ基、アラキル基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、又はカルボキシル基などが挙げられる。

本発明における一般式(1)で表される非対称モノアントラセン誘導体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。



化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-1	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-2	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-3	1-ナフチル	フェニル
AN-4	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-5	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-6	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-7	1-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-8	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-9	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-10	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-11	2-ナフチル	フェニル
AN-12	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-13	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-14	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-15	2-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-16	9-フェナンスリル	1-ピレニル
AN-17	9-フェナンスリル	フェニル
AN-18	9-フェナンスリル	2-ビフェニル
AN-19	9-フェナンスリル	3-ビフェニル
AN-20	9-フェナンスリル	4-ビフェニル

AN-21	9-フェナンスリル	2-p-ターフェニル
AN-22	1-ピレニル	フェニル
AN-23	1-ピレニル	2-ビフェニル
AN-24	1-ピレニル	3-ビフェニル
AN-25	1-ピレニル	4-ビフェニル
AN-26	1-ピレニル	2-p-ターフェニル
AN-27	フェニル	2-ビフェニル
AN-28	フェニル	3-ビフェニル
AN-29	フェニル	4-ビフェニル
AN-30	フェニル	2-p-ターフェニル
AN-31	2-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-32	2-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-33	2-ビフェニル	2-p-ターフェニル
AN-34	3-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-35	3-ビフェニル	2-p-ターフェニル

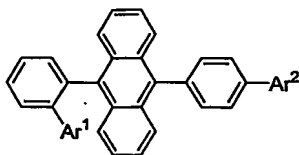


化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-36	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-37	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-38	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-39	1-ナフチル	1-ピレニル

AN-40	1 - ナフチル	フェニル
AN-41	1 - ナフチル	2 - ビフェニル
AN-42	1 - ナフチル	3 - ビフェニル
AN-43	1 - ナフチル	4 - ビフェニル
AN-44	1 - ナフチル	2 - p - ターフェニル
AN-45	2 - ナフチル	1 - ナフチル
AN-46	2 - ナフチル	2 - ナフチル
AN-47	2 - ナフチル	9 - フェナンスリル
AN-48	2 - ナフチル	1 - ピレニル
AN-49	2 - ナフチル	フェニル
AN-50	2 - ナフチル	2 - ビフェニル
AN-51	2 - ナフチル	3 - ビフェニル
AN-52	2 - ナフチル	4 - ビフェニル
AN-53	2 - ナフチル	2 - p - ターフェニル
AN-54	9 - フェナンスリル	1 - ナフチル
AN-55	9 - フェナンスリル	2 - ナフチル
AN-56	9 - フェナンスリル	9 - フェナンスリル
AN-57	9 - フェナンスリル	1 - ピレニル
AN-58	9 - フェナンスリル	フェニル
AN-59	9 - フェナンスリル	2 - ビフェニル
AN-60	9 - フェナンスリル	3 - ビフェニル
AN-61	9 - フェナンスリル	4 - ビフェニル
AN-62	9 - フェナンスリル	2 - p - ターフェニル
AN-63	1 - ピレニル	1 - ナフチル
AN-64	1 - ピレニル	2 - ナフチル

AN-65	1-ピレニル	9-フェナンスリル
AN-66	1-ピレニル	1-ピレニル
AN-67	1-ピレニル	フェニル
AN-68	1-ピレニル	2-ビフェニル
AN-69	1-ピレニル	3-ビフェニル
AN-70	1-ピレニル	4-ビフェニル
AN-71	1-ピレニル	2-p-ターフェニル
AN-72	フェニル	1-ナフチル
AN-73	フェニル	2-ナフチル
AN-74	フェニル	9-フェナンスリル
AN-75	フェニル	1-ピレニル
AN-76	フェニル	フェニル
AN-77	フェニル	2-ビフェニル
AN-78	フェニル	3-ビフェニル
AN-79	フェニル	4-ビフェニル
AN-80	フェニル	2-p-ターフェニル
AN-81	2-ビフェニル	1-ナフチル
AN-82	2-ビフェニル	2-ナフチル
AN-83	2-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-84	2-ビフェニル	1-ピレニル
AN-85	2-ビフェニル	フェニル
AN-86	2-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-87	2-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-88	2-ビフェニル	4-ビフェニル

AN-89	2-ビフェニル	2-p-ターフェニル
AN-90	3-ビフェニル	1-ナフチル
AN-91	3-ビフェニル	2-ナフチル
AN-92	3-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-93	3-ビフェニル	1-ピレニル
AN-94	3-ビフェニル	フェニル
AN-95	3-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-96	3-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-97	3-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-98	3-ビフェニル	2-p-ターフェニル
AN-99	4-ビフェニル	1-ナフチル
AN-100	4-ビフェニル	2-ナフチル
AN-101	4-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-102	4-ビフェニル	1-ピレニル
AN-103	4-ビフェニル	フェニル
AN-104	4-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-105	4-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-106	4-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-107	4-ビフェニル	2-p-ターフェニル

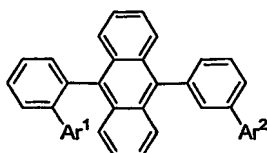


化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-108	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-109	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-110	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-111	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-112	1-ナフチル	フェニル
AN-113	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-114	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-115	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-116	1-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-117	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-118	2-ナフチル	2-ナフチル
AN-119	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-120	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-121	2-ナフチル	フェニル
AN-122	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-123	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-124	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-125	2-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-126	9-フェナンスリル	1-ナフチル
AN-127	9-フェナンスリル	2-ナフチル

AN-128	9-フェナンスリル	9-フェナンスリル
AN-129	9-フェナンスリル	1-ピレニル
AN-130	9-フェナンスリル	フェニル
AN-131	9-フェナンスリル	2-ビフェニル
AN-132	9-フェナンスリル	3-ビフェニル
AN-133	9-フェナンスリル	4-ビフェニル
AN-134	9-フェナンスリル	2-p-ターフェニル
AN-135	1-ピレニル	1-ナフチル
AN-136	1-ピレニル	2-ナフチル
AN-137	1-ピレニル	9-フェナンスリル
AN-138	1-ピレニル	1-ピレニル
AN-139	1-ピレニル	フェニル
AN-140	1-ピレニル	2-ビフェニル
AN-141	1-ピレニル	3-ビフェニル
AN-142	1-ピレニル	4-ビフェニル
AN-143	1-ピレニル	2-p-ターフェニル
AN-144	フェニル	1-ナフチル
AN-145	フェニル	2-ナフチル
AN-146	フェニル	9-フェナンスリル
AN-147	フェニル	1-ピレニル
AN-148	フェニル	フェニル
AN-149	フェニル	2-ビフェニル
AN-150	フェニル	3-ビフェニル
AN-151	フェニル	4-ビフェニル
AN-152	フェニル	2-p-ターフェニル

AN-153	2-ビフェニル	1-ナフチル
AN-154	2-ビフェニル	2-ナフチル
AN-155	2-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-156	2-ビフェニル	1-ピレニル
AN-157	2-ビフェニル	フェニル
AN-158	2-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-159	2-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-160	2-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-161	2-ビフェニル	2-p-ターフェニル
AN-162	3-ビフェニル	1-ナフチル
AN-163	3-ビフェニル	2-ナフチル
AN-164	3-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-165	3-ビフェニル	1-ピレニル
AN-166	3-ビフェニル	フェニル
AN-167	3-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-168	3-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-169	3-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-170	3-ビフェニル	2-p-ターフェニル
AN-171	4-ビフェニル	1-ナフチル
AN-172	4-ビフェニル	2-ナフチル
AN-173	4-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-174	4-ビフェニル	1-ピレニル
AN-175	4-ビフェニル	フェニル
AN-176	4-ビフェニル	2-ビフェニル

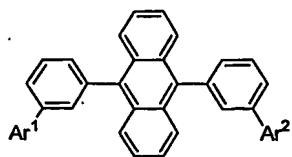
AN-177	4-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-178	4-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-179	4-ビフェニル	2-p-ターフェニル



化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-180	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-181	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-182	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-183	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-184	1-ナフチル	フェニル
AN-185	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-186	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-187	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-188	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-189	2-ナフチル	2-ナフチル
AN-190	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-191	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-192	2-ナフチル	フェニル
AN-193	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-194	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-195	2-ナフチル	4-ビフェニル

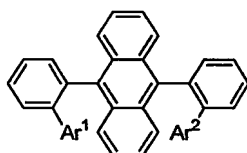
AN-196	9-フェナンスリル	1-ナフチル
AN-197	9-フェナンスリル	2-ナフチル
AN-198	9-フェナンスリル	9-フェナンスリル
AN-199	9-フェナンスリル	1-ピレニル
AN-200	9-フェナンスリル	フェニル
AN-201	9-フェナンスリル	2-ビフェニル
AN-202	9-フェナンスリル	3-ビフェニル
AN-203	9-フェナンスリル	4-ビフェニル
AN-204	1-ピレニル	1-ナフチル
AN-205	1-ピレニル	2-ナフチル
AN-206	1-ピレニル	9-フェナンスリル
AN-207	1-ピレニル	1-ピレニル
AN-208	1-ピレニル	フェニル
AN-209	1-ピレニル	2-ビフェニル
AN-210	1-ピレニル	3-ビフェニル
AN-211	1-ピレニル	4-ビフェニル
AN-212	フェニル	1-ナフチル
AN-213	フェニル	2-ナフチル
AN-214	フェニル	9-フェナンスリル
AN-215	フェニル	1-ピレニル
AN-216	フェニル	フェニル
AN-217	フェニル	2-ビフェニル
AN-218	フェニル	3-ビフェニル
AN-219	フェニル	4-ビフェニル
AN-220	2-ビフェニル	1-ナフチル

AN-221	2-ビフェニル	2-ナフチル
AN-222	2-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-223	2-ビフェニル	1-ピレニル
AN-224	2-ビフェニル	フェニル
AN-225	2-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-226	2-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-227	2-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-228	3-ビフェニル	1-ナフチル
AN-229	3-ビフェニル	2-ナフチル
AN-230	3-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-231	3-ビフェニル	1-ピレニル
AN-232	3-ビフェニル	フェニル
AN-233	3-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-234	3-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-235	3-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-236	4-ビフェニル	1-ナフチル
AN-237	4-ビフェニル	2-ナフチル
AN-238	4-ビフェニル	9-フェナンスリル
AN-239	4-ビフェニル	1-ピレニル
AN-240	4-ビフェニル	フェニル
AN-241	4-ビフェニル	2-ビフェニル
AN-242	4-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-243	4-ビフェニル	4-ビフェニル



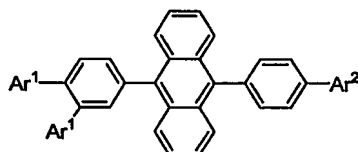
化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-244	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-245	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-246	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-247	1-ナフチル	フェニル
AN-248	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-249	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-250	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-251	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-252	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-253	2-ナフチル	フェニル
AN-254	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-255	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-256	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-257	9-フェナンスリル	1-ピレニル
AN-258	9-フェナンスリル	フェニル
AN-259	9-フェナンスリル	2-ビフェニル
AN-260	9-フェナンスリル	3-ビフェニル
AN-261	9-フェナンスリル	4-ビフェニル
AN-262	1-ピレニル	フェニル
AN-263	1-ピレニル	2-ビフェニル

AN-264	1-ピレニル	3-ビフェニル
AN-265	1-ピレニル	4-ビフェニル
AN-266	フェニル	2-ビフェニル
AN-267	フェニル	3-ビフェニル
AN-268	フェニル	4-ビフェニル
AN-269	2-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-270	2-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-271	3-ビフェニル	4-ビフェニル



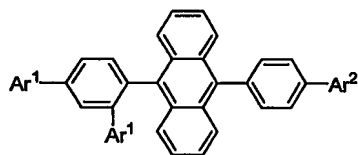
化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-272	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-273	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-274	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-275	1-ナフチル	フェニル
AN-276	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-277	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-278	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-279	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-280	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-281	2-ナフチル	フェニル
AN-282	2-ナフチル	2-ビフェニル

AN-283	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-284	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-285	9-フェナンスリル	1-ピレニル
AN-286	9-フェナンスリル	フェニル
AN-287	9-フェナンスリル	2-ビフェニル
AN-288	9-フェナンスリル	3-ビフェニル
AN-289	9-フェナンスリル	4-ビフェニル
AN-290	1-ピレニル	フェニル
AN-291	1-ピレニル	2-ビフェニル
AN-292	1-ピレニル	3-ビフェニル
AN-293	1-ピレニル	4-ビフェニル
AN-294	フェニル	2-ビフェニル
AN-295	フェニル	3-ビフェニル
AN-296	フェニル	4-ビフェニル
AN-297	2-ビフェニル	3-ビフェニル
AN-298	2-ビフェニル	4-ビフェニル
AN-299	3-ビフェニル	4-ビフェニル



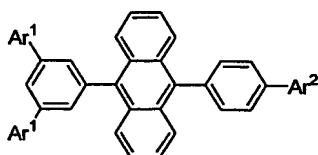
化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-300	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-301	1-ナフチル	2-ナフチル

AN-302	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-303	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-304	1-ナフチル	フェニル
AN-305	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-306	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-307	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-308	1-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-309	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-310	2-ナフチル	2-ナフチル
AN-311	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-312	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-313	2-ナフチル	フェニル
AN-314	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-315	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-316	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-317	2-ナフチル	2-p-ターフェニル



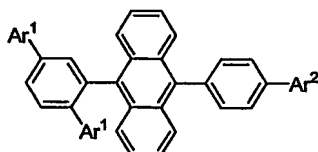
化合物	Ar¹	Ar²
AN-318	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-319	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-320	1-ナフチル	9-フェナンスリル

AN-321	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-322	1-ナフチル	フェニル
AN-323	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-324	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-325	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-326	1-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-327	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-328	2-ナフチル	2-ナフチル
AN-329	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-330	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-331	2-ナフチル	フェニル
AN-332	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-333	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-334	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-335	2-ナフチル	2-p-ターフェニル



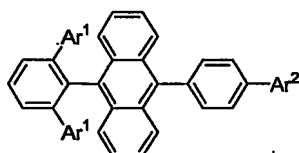
化合物	Ar¹	Ar²
AN-336	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-337	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-338	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-339	1-ナフチル	1-ピレニル

AN-340	1-ナフチル	フェニル
AN-341	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-342	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-343	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-344	1-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-345	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-346	2-ナフチル	2-ナフチル
AN-347	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-348	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-349	2-ナフチル	フェニル
AN-350	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-351	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-352	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-353	2-ナフチル	2-p-ターフェニル



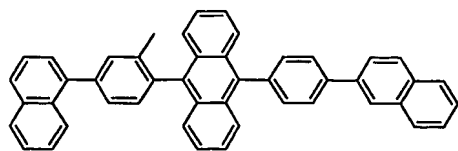
化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-354	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-355	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-356	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-357	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-358	1-ナフチル	フェニル

AN-359	1-ナフチル	2-ビフェニル
AN-360	1-ナフチル	3-ビフェニル
AN-361	1-ナフチル	4-ビフェニル
AN-362	1-ナフチル	2-p-ターフェニル
AN-363	2-ナフチル	1-ナフチル
AN-364	2-ナフチル	2-ナフチル
AN-365	2-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-366	2-ナフチル	1-ピレニル
AN-367	2-ナフチル	フェニル
AN-368	2-ナフチル	2-ビフェニル
AN-369	2-ナフチル	3-ビフェニル
AN-370	2-ナフチル	4-ビフェニル
AN-371	2-ナフチル	2-p-ターフェニル

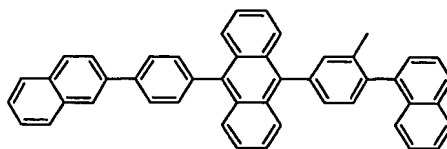


化合物	Ar ¹	Ar ²
AN-372	1-ナフチル	1-ナフチル
AN-373	1-ナフチル	2-ナフチル
AN-374	1-ナフチル	9-フェナンスリル
AN-375	1-ナフチル	1-ピレニル
AN-376	1-ナフチル	フェニル
AN-377	1-ナフチル	2-ビフェニル

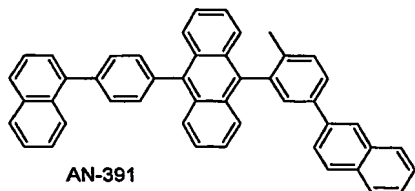
AN-378	1 - ナフチル	3 - ビフェニル
AN-379	1 - ナフチル	4 - ビフェニル
AN-380	1 - ナフチル	2 - p - ターフェニル
AN-381	2 - ナフチル	1 - ナフチル
AN-382	2 - ナフチル	2 - ナフチル
AN-383	2 - ナフチル	9 - フェナンスリル
AN-384	2 - ナフチル	1 - ピレニル
AN-385	2 - ナフチル	フェニル
AN-386	2 - ナフチル	2 - ビフェニル
AN-387	2 - ナフチル	3 - ビフェニル
AN-388	2 - ナフチル	4 - ビフェニル
AN-389	2 - ナフチル	2 - p - ターフェニル



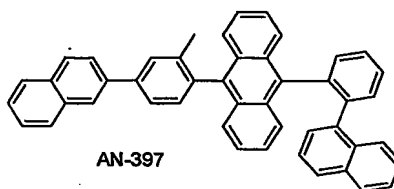
AN-390



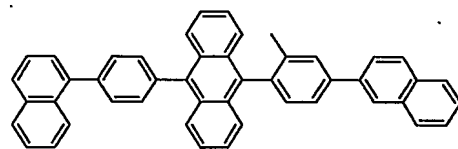
AN-396



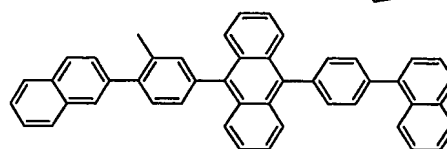
AN-391



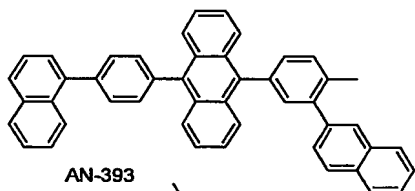
AN-397



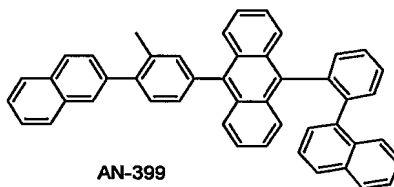
AN-392



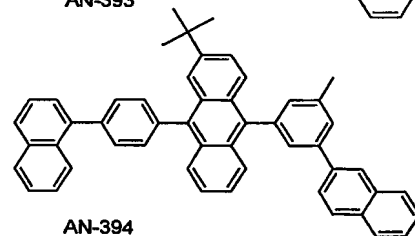
AN-398



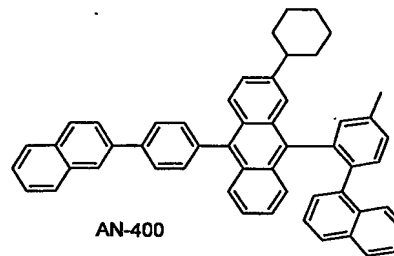
AN-393



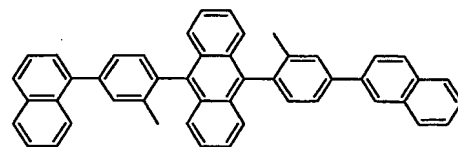
AN-399



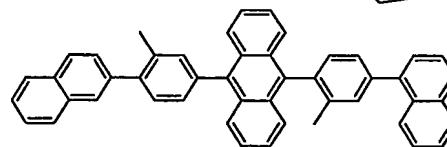
AN-394



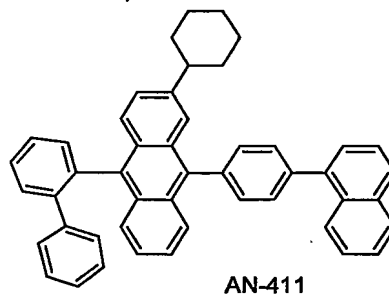
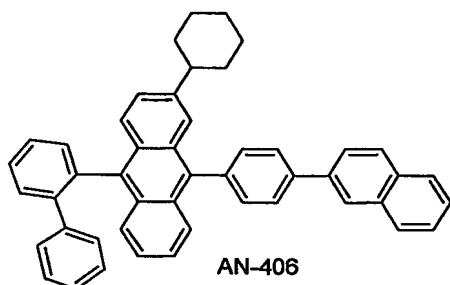
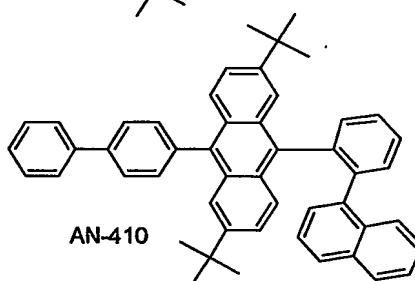
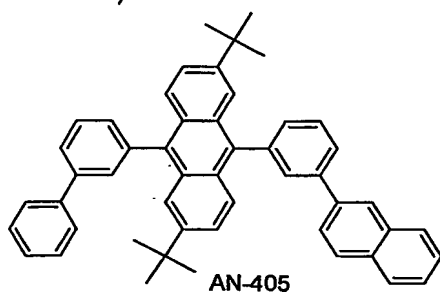
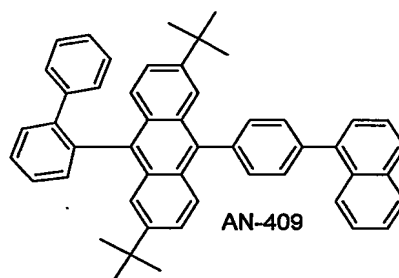
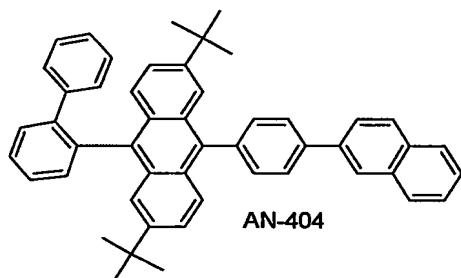
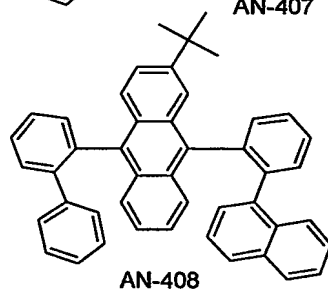
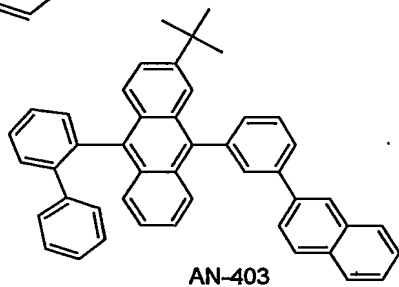
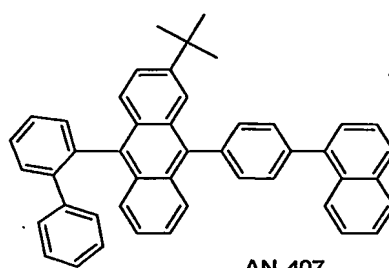
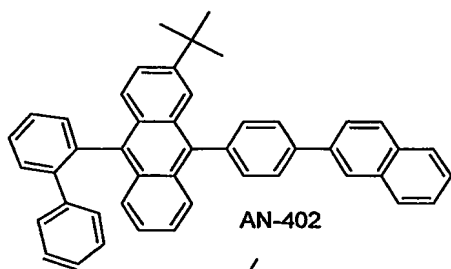
AN-400

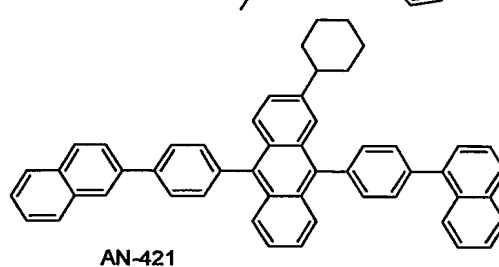
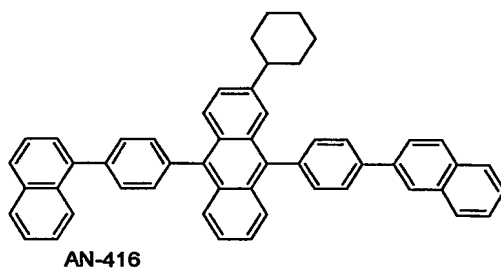
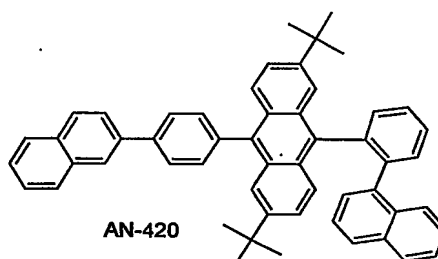
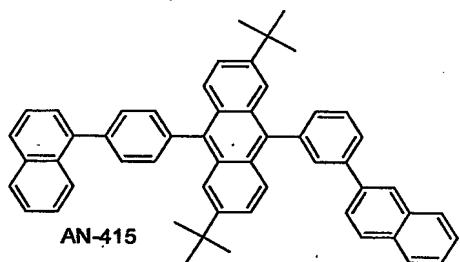
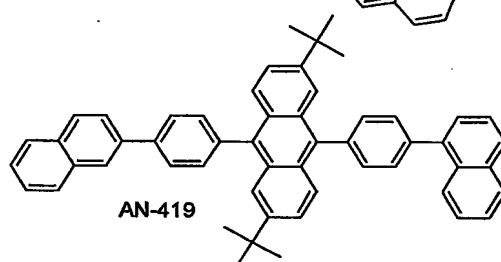
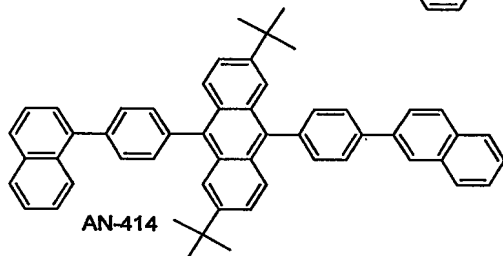
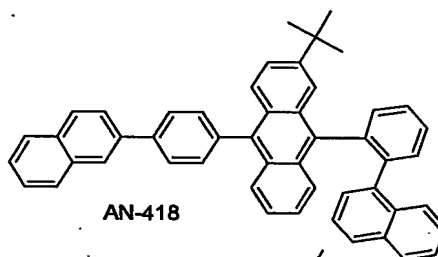
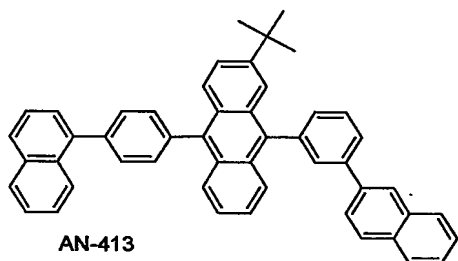
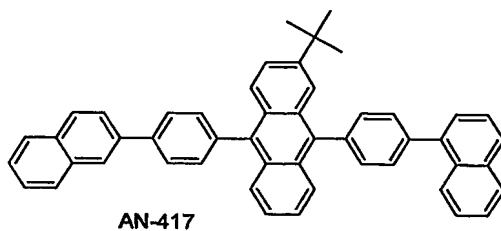
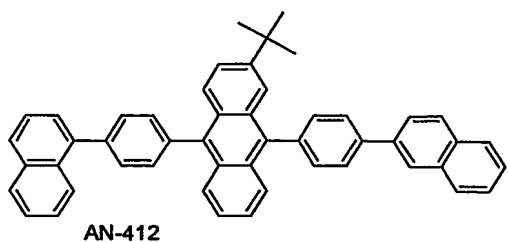


AN-395



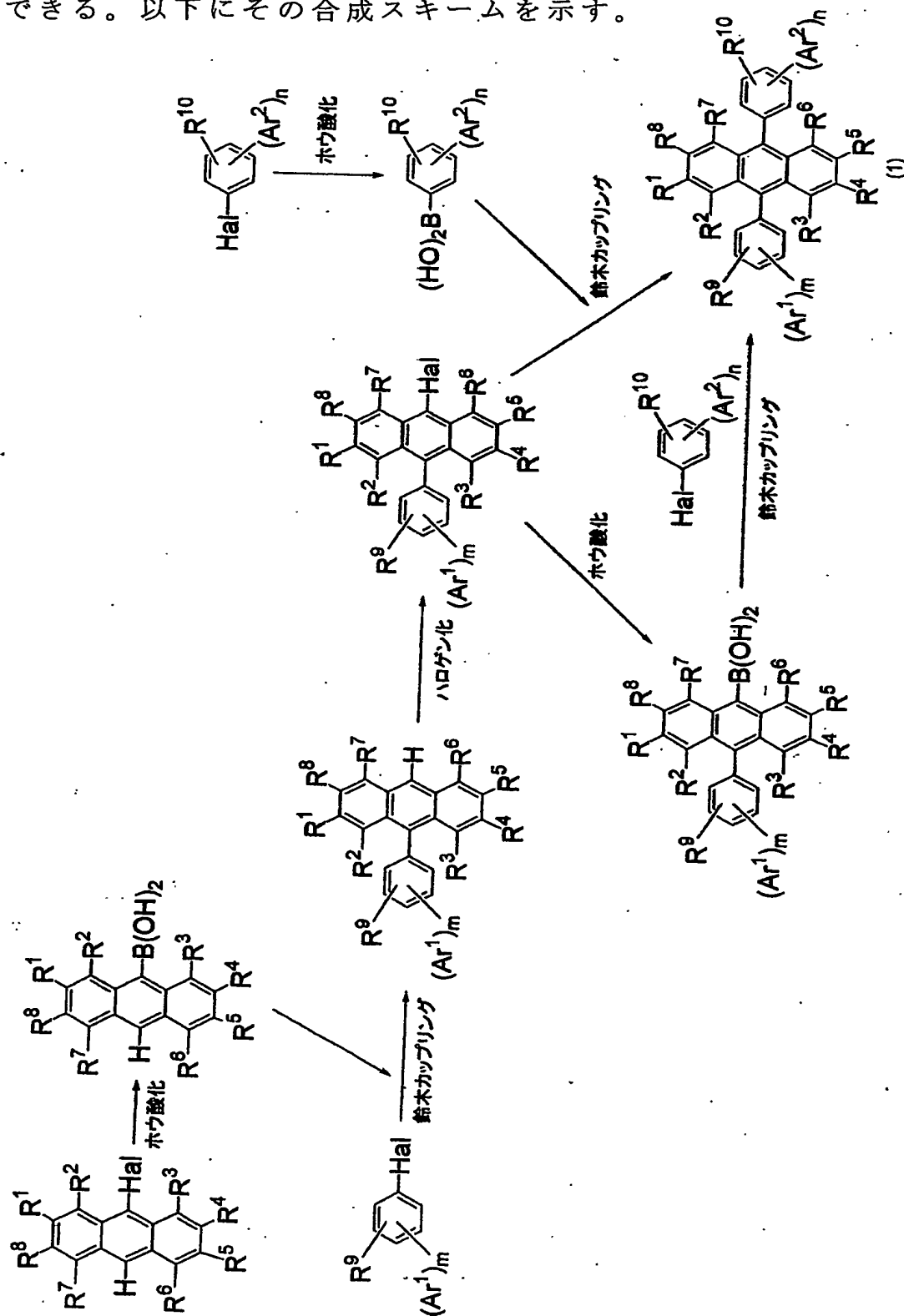
AN-401





本発明の一般式(1)で表される非対称モノアントラセン誘導体は、公知の方法によりハロゲン化アリール誘導体とアントラセン誘導体ボロン酸を出発原料として、鈴木カップリング反応・ハ

ロゲン化反応・ホウ酸化反応を適宜組み合わせ、合成することができる。以下にその合成スキームを示す。



鈴木カップリング反応は、これまでに数多くの報告 (Chem. Rev., Vol. 95, No. 7, 2457 (1995) 等) がなされており、これらに記載の反応条件で実施することができる。

反応は、通常、常圧下、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性雰囲気下で実施されるが、必要に応じて加圧条件下に実施することも出来る。反応温度は 15 ~ 300 °C の範囲であるが、特に好ましくは 30 ~ 200 °C である。

反応溶媒としては、水、ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類、1,2-ジメトキシエタン、ジエチルエーテル、メチル-tert-ブチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジオキサン等のエーテル類、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、シクロヘキサン等の飽和炭化水素類、ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1,1-トリクロロエタンなどのハロゲン類、アセトニトリル、ベンゾニトリル等のニトリル類、酢酸エチル、酢酸メチル、酢酸ブチル等のエステル類、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、N-メチルピロリドン等のアミド類などを単一又は混合して使用することができる。これらの中で、好ましくは、トルエン、1,2-ジメトキシエタン、ジオキサン、水である。溶媒の使用量はアリールボロン酸又はその誘導体に対して、通常 3 ~ 50 重量倍、好ましくは 4 ~ 20 重量倍である。

反応に用いる塩基としては、例えば、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、水酸化ナトリウム水酸化カリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸水素カリウム、炭酸マグネシウム、炭酸リチウム、ふっ化カリウム、フッ化セシウム、塩化セシウム、臭化セシウム、炭酸セシウム、リン酸カリウム、メトキシナトリウム、tert-ブトキシカリウム、tert-ブトキシナトリウム、tert-ブトキシリチウム等が挙

げられ、好ましくは炭酸ナトリウムである。これらの塩基の使用量は、アリアルボロン酸又はその誘導体に対して、通常0.7～10モル当量、好ましくは0.9～6モル当量である。

反応に用いる触媒としては、例えば、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム、ジクロロビス（トリフェニルホスフィン）パラジウム、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）エタン]パラジウム、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）プロパン]パラジウム、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）ブタン]パラジウム、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）フェロセン]パラジウム等のパラジウム触媒、テトラキス（トリフェニルホスフィン）ニッケル、ジクロロビス（トリフェニルホスフィン）ニッケル、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）エタン]ニッケル、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）プロパン]ニッケル、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）ブタン]ニッケル、ジクロロ[ビス（ジフェニルホスフィノ）フェロセン]ニッケル等のニッケル触媒等が挙げられ、好ましくはテトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウムである。これらの触媒の使用量はハロゲン化アントラセン誘導体に対して、通常0.001～1モル当量、好ましくは0.01～0.1モル当量である。

ハロゲン化アントラセン誘導体のハロゲンとしては、例えば、ヨウ素原子、臭素原子、塩素原子等が挙げられ、好ましくはヨウ素原子、臭素原子である。

ハロゲン化反応におけるハロゲン化剤は特に限定されるものではないが、例えば、N-ハロゲン化コハク酸イミドが好適に用いられる。ハロゲン化剤の使用量はアントラセン誘導体に対し、通常0.8～10モル当量、好ましくは1～5モル当量である。

反応は、通常、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性雰囲気下、不活性溶媒中で実施される。使用される不活性溶媒としては、例えば、N, N-ジメチルホルムアミド、N, N-ジメチルアセトアミド、N-メチルピロリドン、ジメチルスルホキシド、四塩化炭素、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、ニトロベンゼン、トルエン、キシレンメチルセロソルブ、エチルセロソルブ、水等が挙げられ、好ましくはN, N-ジメチルホルムアミド、N-メチルピロリドンである。溶媒の使用量はアントラセン誘導体に対し、通常3～50重量倍、好ましくは5～20重量倍である。反応温度は、通常0℃～200℃で実施され、好ましくは20℃～120℃である。

ホウ酸化反応は、既知の方法（日本化学会編・実験化学講座第4版24巻61～90頁やJ.Org.Chem., Vol.60, 7508（1995）等）により実施することが可能である。例えば、ハロゲン化アントラセン誘導体のリチオ化もしくはグリニャール反応を経由する反応の場合、通常、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性雰囲気下で実施され、反応溶媒としては不活性溶媒が用いられる。例えば、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、シクロヘキサン等の飽和炭化水素類、1, 2-ジメトキシエタン、ジエチルエーテル、メチル-*t*-ブチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジオキサン等のエーテル類、ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類を単一もしくは混合溶媒として用いることができ、好ましくはジエチルエーテル、トルエンである。溶媒の使用量は、ハロゲン化アントラセン誘導体に対し通常3～50重量倍、好ましくは4～20重量倍である。

リチオ化剤としては、例えば、*n*-ブチルリチウム、*t*-ブチルリチウム、フェニルリチウム、メチルリチウム等のアルキル金

属試薬、リチウムジイソプロピルアミド、リチウムビストリメチルシリルアミド等のアミド塩基を用いることができ、好ましくは n -ブチルリチウムである。また、グリニャール試薬は、ハロゲン化アントラセン誘導体と金属マグネシウムの反応により調製することができる。ホウ酸化剤であるホウ酸トリアルキルとしては、例えば、ホウ酸トリメチル、ホウ酸トリエチル、ホウ酸トリイソプロピル、ホウ酸トリブチル等を使用することができ、好ましくはホウ酸トリメチル、ホウ酸トリイソプロピルである。

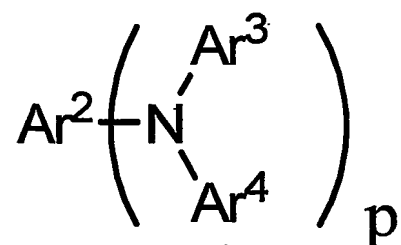
リチオ化剤及び金属マグネシウムの使用量は、それぞれハロゲン化アントラセン誘導体に対し、通常1～10モル当量、好ましくは1～2モル当量であり、ホウ酸トリアルキルの使用量は、ハロゲン化アントラセン誘導体に対し、通常1～10モル当量、好ましくは1～5モル当量である。反応温度は、通常-100～50℃、好ましくは-75～10℃である。

本発明の有機EL素子は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、上記一般式(1)で表される非対称モノアントラセン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する。

本発明の有機EL素子は、前記発光層が、一般式(1)で表される非対称モノアントラセン誘導体を主成分として含有すると好ましい。

また、本発明の有機EL素子は、前記発光層が、さらにアリールアミン化合物及び／又はスチリルアミン化合物を含有すると好ましい。

スチリルアミン化合物としては、下記一般式(A)で表されるものが好ましい。

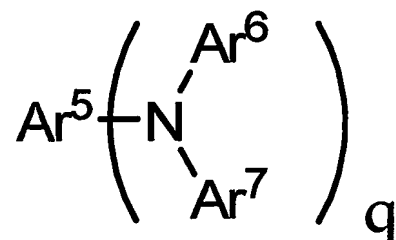


(A)

(式中、 Ar^2 は、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、スチルベン基、ジスチリルアリアル基から選ばれる基であり、 Ar^3 及び Ar^4 は、それぞれ水素原子又は炭素数が 6 ～ 20 の芳香族炭化水素環基であり、 Ar^2 、 Ar^3 及び Ar^4 は置換されていてもよい。 p は 1 ～ 4 の整数である。さらに好ましくは Ar^3 又は Ar^4 の少なくとも一方はスチリル基で置換されている。)

ここで、炭素数が 6 ～ 20 の芳香族炭化水素環基としては、フェニル基、ナフチル基、アントラニル基、フェナンスリル基、ターフェニル基等が挙げられる。

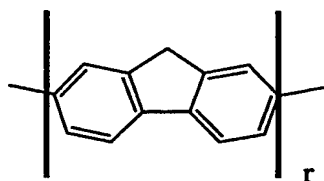
アリアルアミン化合物としては、下記一般式 (B) で表されるものが好ましい。



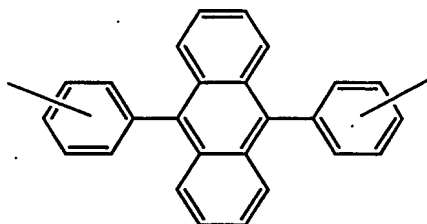
(B)

(式中、 $Ar^5 \sim Ar^7$ は、置換もしくは無置換の核炭素数 5 ～ 40 のアリール基である。q は 1 ～ 4 の整数である。)

ここで、核炭素数が 5 ～ 40 のアリール基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基、アントラニル基、フェナンスリル基、ピレニル基、コロニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ピローリル基、フラニル基、チオフェニル基、ベンゾチオフェニル基、オキサジアゾリル基、ジフェニルアントラニル基、インドリル基、カルバゾリル基、ピリジル基、ベンゾキノリル基、フルオランテニル基、アセナフトフルオランテニル基、スチルベン基、ペリレニル基、クリセニル基、ピセニル基、トリフェニレニル基、ルピセニル基、ベンゾアントラセニル基、フェニルアントラニル基、ビスアントラセニル基、又は下記一般式 (C)、(D) で示されるアリール基等が挙げられる。



(C)



(D)

(一般式 (C) において、r は 1 ～ 3 の整数である。)

なお、前記アリール基の好ましい置換基としては、炭素数 1 ～ 6 のアルキル基 (エチル基、メチル基、i-プロピル基、n-プロピル基、s-ブチル基、t-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、炭素数 1 ～ 6 のアルコキシ基 (エトキシ基、メトキシ基、i-プロポキシ基、n-プロポキシ基、s-ブトキシ基、t-ブトキシ基、ペントキシ

基、ヘキシルオキシ基、シクロペントキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、核原子数 5 ~ 40 のアリール基、核原子数 5 ~ 40 のアリール基で置換されたアミノ基、核原子数 5 ~ 40 のアリール基を有するエステル基、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有するエステル基、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子等が挙げられる。

Ar⁵は特に好ましくは、それぞれ置換もしくは無置換の、ナフチル基、アントラニル基、クリセニル基、ピレニル基、又は一般式 (D) で示されるアリール基である。

本発明の有機 EL 素子用材料は、前記一般式 (1) で表される非対称モノアントラセン誘導体からなり、発光材料であると好ましく、また、ホスト材料であると好ましい。

以下、本発明の有機 EL 素子の素子構成について説明する。

本発明の有機 EL 素子の代表的な素子構成としては、

- (1) 陽極／発光層／陰極
- (2) 陽極／正孔注入層／発光層／陰極
- (3) 陽極／発光層／電子注入層／陰極
- (4) 陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極
- (5) 陽極／有機半導体層／発光層／陰極
- (6) 陽極／有機半導体層／電子障壁層／発光層／陰極
- (7) 陽極／有機半導体層／発光層／付着改善層／陰極
- (8) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極
- (9) 陽極／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
- (10) 陽極／無機半導体層／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
- (11) 陽極／有機半導体層／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
- (12) 陽極／絶縁層／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／絶縁層

層／陰極

(13)陽極／絶縁層／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極

などの構造を挙げることができる。

これらの中で通常(8)の構成が好ましく用いられるが、これらに限定されるものではない。

この有機EL素子は、通常透光性の基板上に作製する。この透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、その透光性については、400～700nmの可視領域の光の透過率が50%以上であるものが望ましく、さらに平滑な基板を用いるのが好ましい。

このような透光性基板としては、例えば、ガラス板、合成樹脂板などが好適に用いられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英などで成形された板が挙げられる。また、合成樹脂板としては、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリエーテルサルファイド樹脂、ポリサルフォン樹脂などの板が挙げられる。

次に、陽極は、正孔を正孔輸送層または発光層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が適用できる。また陰極としては、電子輸送層または発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。

陽極はこれらの電極物質を蒸着法やスパッタリング法等の方

法で薄膜を形成させることにより作製することができる。

このように発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の発光に対する透過率が10%より大きくすることが好ましい。また陽極のシート抵抗は、数百 Ω/\square 以下が好ましい。陽極の膜厚は材料にもよるが、通常10nm \sim 1 μ m、好ましくは10 \sim 200nmの範囲で選択される。

本発明の有機EL素子においては、発光層は、

(i) 注入機能；電界印加時に陽極又は正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極又は電子注入層より電子を注入することができる機能

(ii) 輸送機能；注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる機能

(iii) 発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能を有する。

この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピコート法、LB法等の公知の方法を適用することができる。発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態または液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、LB法により形成された薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。

また特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の結着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピコート法等により薄膜化することによっても、発光層を形成することができる。

本発明の目的が損なわれない範囲で、所望により、発光層に、本発明の発光材料以外の他の公知の発光材料を含有させてもよく、また、本発明の発光材料を含む発光層に、他の公知の発光材料を含む発光層を積層してもよい。

次に、正孔注入・輸送層は、発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常 5.5 eV 以下と小さい。このような正孔注入・輸送層としてはより低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、少なくとも $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ であるものが好ましい。このような材料としては、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機 EL 素子の正孔注入層に使用されている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

具体例としては、例えば、トリアゾール誘導体（米国特許 3, 112, 197 号明細書等参照）、オキサジアゾール誘導体（米国特許 3, 189, 447 号明細書等参照）、イミダゾール誘導体（特公昭 37-16096 号公報等参照）、ポリアリールアルカン誘導体（米国特許 3, 615, 402 号明細書、同第 3, 820, 989 号明細書、同第 3, 542, 544 号明細書、特公昭 45-555 号公報、同 51-10983 号公報、特開昭 51-93224 号公報、同 55-17105 号公報、同 56-4148 号公報、同 55-108667 号公報、同 55-156953 号公報、同 56-36656 号公報等参照）、ピラズリン誘導体およびピラズロン誘導体（米国特許第 3, 180, 729 号明細書、同第 4, 278, 746 号明細書、特開昭 55-88064 号公報、同 55-88065 号公報、同 49-105537 号

公報、同 5 5 - 5 1 0 8 6 号公報、同 5 6 - 8 0 0 5 1 号公報、同 5 6 - 8 8 1 4 1 号公報、同 5 7 - 4 5 5 4 5 号公報、同 5 4 - 1 1 2 6 3 7 号公報、同 5 5 - 7 4 5 4 6 号公報等参照)、フェニレンジアミン誘導体(米国特許第 3, 6 1 5, 4 0 4 号明細書、特公昭 5 1 - 1 0 1 0 5 号公報、同 4 6 - 3 7 1 2 号公報、同 4 7 - 2 5 3 3 6 号公報、特開昭 5 4 - 5 3 4 3 5 号公報、同 5 4 - 1 1 0 5 3 6 号公報、同 5 4 - 1 1 9 9 2 5 号公報等参照)、アリアルアミン誘導体(米国特許第 3, 5 6 7, 4 5 0 号明細書、同第 3, 1 8 0, 7 0 3 号明細書、同第 3, 2 4 0, 5 9 7 号明細書、同第 3, 6 5 8, 5 2 0 号明細書、同第 4; 2 3 2, 1 0 3 号明細書、同第 4, 1 7 5, 9 6 1 号明細書、同第 4, 0 1 2, 3 7 6 号明細書、特公昭 4 9 - 3 5 7 0 2 号公報、同 3 9 - 2 7 5 7 7 号公報、特開昭 5 5 - 1 4 4 2 5 0 号公報、同 5 6 - 1 1 9 1 3 2 号公報、同 5 6 - 2 2 4 3 7 号公報、西独特許第 1, 1 1 0, 5 1 8 号明細書等参照)、アミノ置換カルコン誘導体(米国特許第 3, 5 2 6, 5 0 1 号明細書等参照)、オキサゾール誘導体(米国特許第 3, 2 5 7, 2 0 3 号明細書等に記載のもの)、スチリルアントラセン誘導体(特開昭 5 6 - 4 6 2 3 4 号公報等参照)、フルオレノン誘導体(特開昭 5 4 - 1 1 0 8 3 7 号公報等参照)、ヒドラゾン誘導体(米国特許第 3, 7 1 7, 4 6 2 号明細書、特開昭 5 4 - 5 9 1 4 3 号公報、同 5 5 - 5 2 0 6 3 号公報、同 5 5 - 5 2 0 6 4 号公報、同 5 5 - 4 6 7 6 0 号公報、同 5 5 - 8 5 4 9 5 号公報、同 5 7 - 1 1 3 5 0 号公報、同 5 7 - 1 4 8 7 4 9 号公報、特開平 2 - 3 1 1 5 9 1 号公報等参照)、スチルベン誘導体(特開昭 6 1 - 2 1 0 3 6 3 号公報、同第 6 1 - 2 2 8 4 5 1 号公報、同 6 1 - 1 4 6 4 2 号公報、同 6 1 - 7 2 2 5 5 号公報、同 6 2 - 4 7 6 4 6 号公報、同 6 2 -

3 6 6 7 4 号公報、同 6 2 - 1 0 6 5 2 号公報、同 6 2 - 3 0 2 5 5 号公報、同 6 0 - 9 3 4 5 5 号公報、同 6 0 - 9 4 4 6 2 号公報、同 6 0 - 1 7 4 7 4 9 号公報、同 6 0 - 1 7 5 0 5 2 号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第 4, 9 5 0, 9 5 0 号明細書)、ポリシラン系(特開平 2 - 2 0 4 9 9 6 号公報)、アニリン系共重合体(特開平 2 - 2 8 2 2 6 3 号公報)、特開平 1 - 2 1 1 3 9 9 号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。

正孔注入層の材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物(特開昭 6 3 - 2 9 5 6 9 6 5 号公報等)に開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物およびスチリルアミン化合物(米国特許第 4, 1 2 7, 4 1 2 号明細書、特開昭 5 3 - 2 7 0 3 3 号公報、同 5 4 - 5 8 4 4 5 号公報、同 5 4 - 1 4 9 6 3 4 号公報、同 5 4 - 6 4 2 9 9 号公報、同 5 5 - 7 9 4 5 0 号公報、同 5 5 - 1 4 4 2 5 0 号公報、同 5 6 - 1 1 9 1 3 2 号公報、同 6 1 - 2 9 5 5 5 8 号公報、同 6 1 - 9 8 3 5 3 号公報、同 6 3 - 2 9 5 6 9 5 号公報等参照)、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

また米国特許第 5, 0 6 1, 5 6 9 号に記載されている 2 個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば 4, 4' - ビス(N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ)ビフェニル(以下 N P D と略記する)、また特開平 4 - 3 0 8 6 8 8 号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが 3 つスターバースト型に連結された 4, 4', 4'' - トリス(N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ)トリフェニルアミン(以下 M T D A T A と略記する)等を挙げることができる。

また、発光層の材料として示した前述の芳香族ジメチリディン

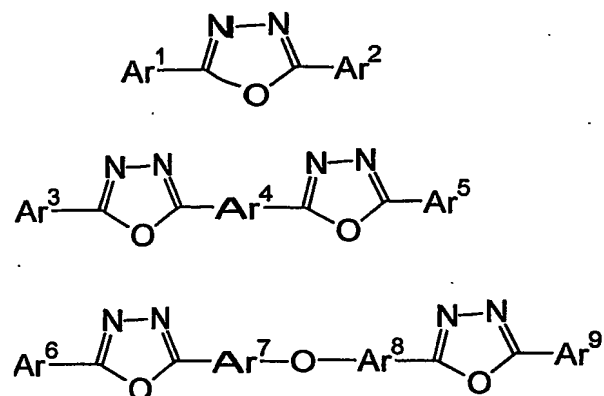
系化合物の他、p 型 Si、p 型 SiC 等の無機化合物も正孔注入層の材料として使用することができる。

正孔注入、輸送層は上述した化合物を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB 法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。正孔注入、輸送層としての膜厚は特に制限はないが、通常は 5 nm ～ 5 μm である。この正孔注入、輸送層は正孔輸送帯域に本発明の化合物を含有していれば、上述した材料の一種または二種以上からなる一層で構成されてもよいし、または前記正孔注入、輸送層とは別種の化合物からなる正孔注入、輸送層を積層したものであってもよい。

また、有機半導体層は発光層への正孔注入または電子注入を助ける層であって、 10^{-10} S/cm 以上の導電率を有するものが好適である。このような有機半導体層の材料としては、含チオフエンオリゴマーや特開平 8-193191 号公報に開示してある含アリールアミンオリゴマー等の導電性オリゴマー、含アリールアミン dendrimer 等の導電性 dendrimer 等を用いることができる。

次に、電子注入層・輸送層は、発光層への電子の注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、電子移動度が大きく、また付着改善層は、この電子注入層の中で特に陰極との付着が良い材料からなる層である。電子注入層に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体やオキサジアゾール誘導体が好適である。上記 8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシン（一般に 8-キノリノール又は 8-ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えばトリス（8-キノリノール）アルミニウムを電子注入材料として用いることができる。

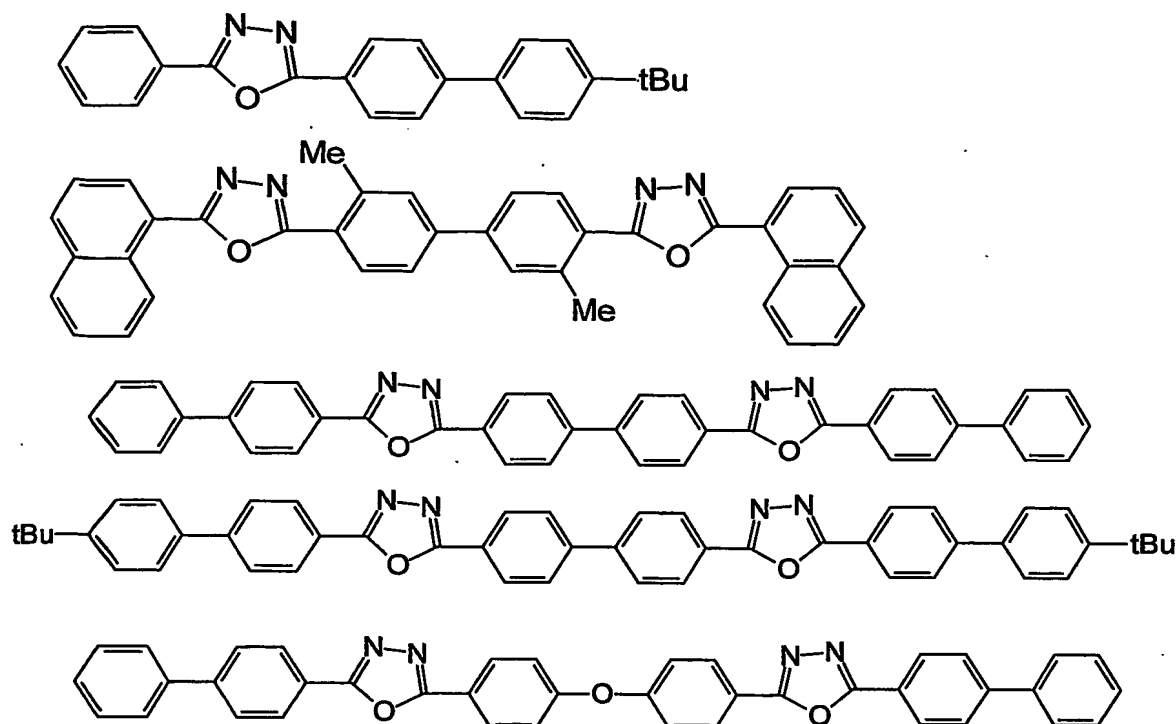
一方、オキサジアゾール誘導体としては、以下の一般式で表される電子伝達化合物が挙げられる。



(式中 Ar^{1'}, Ar^{2'}, Ar^{3'}, Ar^{5'}, Ar^{6'}, Ar^{9'}はそれぞれ置換または無置換のアリール基を示し、それぞれ互いに同一であっても異なっているいてもよい。また Ar^{4'}, Ar^{7'}, Ar^{8'}は置換または無置換のアリーレン基を示し、それぞれ同一であっても異なっているいてもよい)

ここでアリール基としてはフェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基が挙げられる。またアリーレン基としてはフェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。また置換基としては炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基またはシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は薄膜形成性のものが好ましい。

上記電子伝達性化合物の具体例としては下記のことを挙げる
ことができる。



本発明の有機EL素子の好ましい形態に、電子を輸送する領域または陰極と有機層の界面領域に、還元性ドーパントを含有する素子がある。ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送性化合物を還元ができる物質と定義される。したがって、一定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物または希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。

また、より具体的に、好ましい還元性ドーパントとしては、Na（仕事関数：2.36 eV）、K（仕事関数：2.28 eV）、Rb（仕事関数：2.16 eV）およびCs（仕事関数：1.9

5 e V)からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属や、Ca (仕事関数: 2.9 e V)、Sr (仕事関数: 2.0 ~ 2.5 e V)、およびBa (仕事関数: 2.52 e V)からなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ土類金属が挙げられる仕事関数が2.9 e V以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性ドーパントは、K、RbおよびCsからなる群から選択される少なくとも一つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、RbまたはCsであり、最も好ましいのは、Csである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が2.9 e V以下の還元性ドーパントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRbあるいはCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせることで、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

本発明においては陰極と有機層の間に絶縁体や半導体で構成される電子注入層をさらに設けても良い。この時、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物およびアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子注入層がこれらのアルカリ金属カルコゲナイド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができる点で好ましい。具体的

に、好ましいアルカリ金属カルコゲナイドとしては、例えば、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se および NaO が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲナイドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、および CaSe が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl および NaCl 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 および BeF_2 といったフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

また、電子輸送層を構成する半導体としては、 Ba 、 Ca 、 Sr 、 Yb 、 Al 、 Ga 、 In 、 Li 、 Na 、 Cd 、 Mg 、 Si 、 Ta 、 Sb および Zn の少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物または酸化窒化物等の一種単独または二種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子輸送層を構成する無機化合物が、微結晶または非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子輸送層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。なお、このような無機化合物としては、上述したアルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物およびアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

次に、陰極としては、仕事関数の小さい（4 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム・銀合金、アルミニウム／酸化アルミニウム、 $\text{Al} /$

Li_2O , Al/LiO_2 , Al/LiF , アルミニウム・リチウム合金, インジウム, 希土類金属などが挙げられる。

この陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。

ここで、発光層からの発光を陰極から取り出す場合、陰極の発光に対する透過率は10%より大きくすることが好ましい。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、さらに、膜厚は通常10nm~1 μm 、好ましくは50~200nmである。

また、一般に、有機EL素子は、超薄膜に電界を印可するために、リークやショートによる画素欠陥が生じやすい。これを防止するために、一对の電極間に絶縁性の薄膜層を挿入しても良い。

絶縁層に用いられる材料としては、例えば、酸化アルミニウム、弗化リチウム、酸化リチウム、弗化セシウム、酸化セシウム、酸化マグネシウム、弗化マグネシウム、酸化カルシウム、弗化カルシウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化バナジウム等が挙げられる。これらの混合物や積層物を用いてもよい。

次に、本発明の有機EL素子を作製する方法については、例えば上記の材料及び方法により陽極、発光層、必要に応じて正孔注入層、及び必要に応じて電子注入層を形成し、最後に陰極を形成すればよい。また、陰極から陽極へ、前記と逆の順序で有機EL素子を作製することもできる。

以下、透光性基板上に、陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極が順次設けられた構成の有機EL素子の作製例について説明する。

まず、適当な透光性基板上に、陽極材料からなる薄膜を $1\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10\sim200\ \text{nm}$ の範囲の膜厚になるように、蒸着法あるいはスパッタリング法により形成し、陽極とする。次に、この陽極上に正孔注入層を設ける。正孔注入層の形成は、前述したように真空蒸着法、スピncコート法、キャスト法、LB法等の方法により行うことができるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により正孔注入層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物（正孔注入層の材料）、目的とする正孔注入層の結晶構造や再結合構造等により異なるが、一般に蒸着源温度 $50\sim450\ ^\circ\text{C}$ 、真空度 $10^{-7}\sim10^{-3}\ \text{torr}$ 、蒸着速度 $0.01\sim50\ \text{nm/秒}$ 、基板温度 $-50\sim300\ ^\circ\text{C}$ 、膜厚 $5\ \text{nm}\sim5\ \mu\text{m}$ の範囲で適宜選択することが好ましい。

次に、この正孔注入層上に発光層を設ける。この発光層の形成も、本発明に係る発光材料を用いて真空蒸着法、スパッタリング、スピncコート法、キャスト法等の方法により、発光材料を薄膜化することにより形成できるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により発光層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物により異なるが、一般的に正孔注入層の形成と同様な条件範囲の中から選択することができる。膜厚は $10\sim40\ \text{nm}$ の範囲が好ましい。

次に、この発光層上に電子注入層を設ける。この場合にも正孔注入層、発光層と同様、均質な膜を得る必要から真空蒸着法により形成することが好ましい。蒸着条件は正孔注入層、発光層と同様の条件範囲から選択することができる。

そして、最後に陰極を積層して有機EL素子を得ることができ

る。陰極は金属から構成されるもので、蒸着法、スパッタリングを用いることができる。しかし、下地の有機物層を製膜時の損傷から守るためには真空蒸着法が好ましい。

以上の有機EL素子の作製は、一回の真空引きで、一貫して陽極から陰極まで作製することが好ましい。

本発明の有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機EL素子に用いる、前記一般式(1)で示される化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

本発明の有機EL素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、ピンホール等の欠陥や、効率を良くするため、通常は数nmから1 μ mの範囲が好ましい。

なお、有機EL素子に直流電圧を印加する場合、陽極を+、陰極を-の極性にして、5~40Vの電圧を印加すると発光が観測できる。また逆の極性で電圧を印加しても電流は流れず、発光は全く生じない。さらに交流電圧を印加した場合には陽極が+、陰極が-の極性になった時のみ均一な発光が観測される。印加する交流の波形は任意でよい。

実施例

次に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明は、これらの例によってなんら限定されるものではない。

合成例 1 (2-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの合成)

4-ブロモヨードベンゼン 25.0g, 2-ナフタレンボロン酸 12.7g、及びテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム 1.7g を混合し、アルゴン置換した。トルエン 220ml、及び 2 M 炭酸ナトリウム水溶液 110ml を加え、7 時間加熱還流した。

放冷後、トルエンで有機層を抽出し、水及び飽和食塩水で洗浄した。有機層を無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、溶媒を留去した。結晶化した生成物をろ過、乾燥することにより、目的の 2-(4-ブロモフェニル)ナフタレン 17.7g (収率 85%) を白色結晶として得た。

合成例 2 (9-アントラセンボロン酸の合成)

9-ブロモアントラセン 38.6g を脱水トルエン 80ml、脱水 THF (テトラヒドロフラン) 160ml に溶解し、-40℃に冷却した。1.58M-ノルマルブチルリチウムヘキサン溶液 106ml を滴下し、-40℃で 30 分間攪拌後、-10℃まで昇温した。再び -70℃まで冷却し、ボロン酸トリメチルエステル 50.0ml 脱水 THF 溶液を徐々に滴下した。-70℃にて 2 時間攪拌した後、徐々に室温まで昇温した。一晚放置後、10% 塩酸水溶液 100ml を加えて攪拌し、トルエンで 2 回抽出した。有機層を飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶媒を留去し、トルエン/ヘキサンから結晶化、ろ過・乾燥することで目的の 9-アントラセンボロン酸 24.4g を淡茶色結晶として得た (収率 73%)。

合成例 3 (9-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセンの合成)

9-アントラセンボロン酸 10.7g, 2-(4-ブロモフェニル)

ナフタレン11.3g、及びテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム2.3gを混合し、アルゴン置換した。DME（ジメトキシエタン）140ml、及び2M炭酸ナトリウム水溶液60mlを加え、5時間加熱還流した。

放冷後、析出晶を濾別しエタノール、トルエンにて洗浄した。得られた結晶をトルエンから再結晶、ろ過・乾燥することにより、目的の9-（4-ナフタレン-2-イル-フェニル）アントラセン13.25gを得た（収率8.7%）。

合成例4（9-ブロモ-10-（4-ナフタレン-2-イル-フェニル）アントラセンの合成）

9-（4-ナフタレン-2-イル-フェニル）アントラセン13.25gをDMF（ジメチルホルムアミド）100mlに分散し、室温でNBS（N-ブロモスクシンイミド）7.44g DMF溶液（100ml）を滴下した。室温で7時間攪拌した後、一晚放置した。水200mlを加え、析出晶を濾別、エタノールで十分に洗浄、乾燥することにより、目的の9-ブロモ-10-（4-ナフタレン-2-イル-フェニル）アントラセン15.84gを得た（収率99%）。

合成例5（10-（4-ナフタレン-2-イル-フェニル）アントラセン-9-ボロン酸の合成）

9-ブロモ-10-（4-ナフタレン-2-イル-フェニル）アントラセン13.8gを脱水トルエン80ml、脱水エーテル80mlに分散し、-30℃に冷却した。1.58M-ノルマルブチルリチウムヘキサン溶液21.0mlを滴下し、-30℃で30分間攪拌後、-10℃まで昇温した。再び-70℃まで冷却し、ボロン酸トリメチルエステル10.0ml脱水エーテル溶液を徐々に滴下した。-70℃にて2

時間攪拌した後、徐々に室温まで昇温した。一晚放置後、10%塩酸水溶液100mlを加えて攪拌し、トルエンで2回抽出した。有機層を飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。溶媒を留去し、トルエン/ヘキサンから結晶化、ろ過・乾燥することで目的の10-(4-ナフタレン-2-イル-フェニル)アントラセン-9-ボロン酸8.48gを黄色結晶として得た(収率67%)。

合成例6 (1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの合成)

合成例1において、2-ナフタレンボロン酸の代わりに1-ナフタレンボロン酸を用いた以外は、同様の方法により1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンを合成した。

合成例7 (9-フェナンスレンボロン酸の合成)

合成例2において、9-ブロモアントラセンの代わりに9-ブロモフェナンスレンを用いた以外は、同様の方法により9-フェナンスレンボロン酸を合成した。

合成例8 (9-(4-ブロモフェニル)フェナンスレンの合成)

合成例1において、2-ナフタレンボロン酸の代わりに9-フェナンスレンボロン酸を用いた以外は、同様の方法により9-(4-ブロモフェニル)フェナンスレンを合成した。

合成例9 (10-(ビフェニル-2-イル)アントラセン-9-ボロン酸の合成)

合成例3において、2-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-ブロモビフェニルを出発原料として、同様の方法に

より 10-（ビフェニル-2-イル）アントラセン-9-ボロン酸を合成した。

合成例 10（9-（4-ブロモフェニル）-10-フェニルアントラセンの合成）

合成例 3 において、2-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりにブロモベンゼンを出発原料として、同様の方法により 10-ブロモアントラセン-9-ボロン酸を合成した。さらに合成例 1 と同様の方法により、4-ブロモフェニル化し、9-（4-ブロモフェニル）-10-フェニルアントラセンを合成した。

合成例 11（10-（4-ナフタレン-1-イル-フェニル）アントラセン-9-ボロン酸の合成）

合成例 1 において、2-ナフタレンボロン酸の代わりに 1-ナフタレンボロン酸を出発原料として、同様の方法により 10-（4-ナフタレン-1-イル-フェニル）アントラセン-9-ボロン酸を合成した。

合成例 12（2-（3-ブロモフェニル）ナフタレンの合成）

合成例 1 において、4-ブロモヨードベンゼンの代わりに 3-ブロモヨードベンゼンを用いた以外は、同様の方法により 2-（3-ブロモフェニル）ナフタレンを合成した。

合成例 13（2-（2-ブロモフェニル）ナフタレンの合成）

合成例 1 において、4-ブロモヨードベンゼンの代わりに 2-ブロモヨードベンゼンを用いた以外は、同様の方法により 2-（2-ブロモフェニル）ナフタレンを合成した。

合成例 14 (10-(p-ターフェニル-2-イル)アントラセン-9-ボロン酸の合成)

合成例 3 において、2-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-ブロモ-p-ターフェニルを出発原料として、同様の方法により10-(p-ターフェニル-2-イル)アントラセン-9-ボロン酸を合成した。

合成例 15 (1-(3-ブロモフェニル)ナフタレンの合成)

合成例 1 において、4-ブロモヨードベンゼンの代わりに3-ブロモヨードベンゼンを、2-ナフタレンボロン酸の代わりに1-ナフタレンボロン酸を用いた以外は、同様の方法により1-(3-ブロモフェニル)ナフタレンを合成した。

合成例 16 (9-(ビフェニル-2-イル)-10-(3-ブロモフェニル)アントラセンの合成)

合成例 3 において、2-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-ブロモビフェニルを出発原料として、同様の方法により10-(2-ビフェニル)アントラセン-9-ボロン酸を合成した。さらに合成例 1 と同様の方法により、3-ブロモフェニル化し、9-(ビフェニル-2-イル)-10-(3-ブロモフェニル)アントラセンを合成した。

合成例 17 (10-(3-ナフタレン-2-イル-フェニル)アントラセン-9-ボロン酸の合成)

合成例 1 において、4-ブロモヨードベンゼンの代わりに3-ブロモヨードベンゼンを出発原料として、同様の方法により10

ー（３－ナフタレンー２－イルーフェニル）アントラセンー９－ボロン酸を合成した。

合成例 18（９－（３－ブロモフェニル）フェナンスレンの合成）

合成例 1 において、２－ナフタレンボロン酸の代わりに９－フェナンスレンボロン酸を、４－ブロモヨードベンゼンの代わりに３－ブロモヨードベンゼンを用いた以外は、同様の方法により ９－（３－ブロモフェニル）フェナンスレンを合成した。

合成例 19（１－（２－ブロモフェニル）ナフタレンの合成）

合成例 1 において、４－ブロモヨードベンゼンの代わりに２－ブロモヨードベンゼンを、２－ナフタレンボロン酸の代わりに１－ナフタレンボロン酸を用いた以外は、同様の方法により １－（２－ブロモフェニル）ナフタレンを合成した。

合成例 20（２－（３－ブロモ－５－ナフタレンー２－イルーフェニル）ナフタレンの合成）

１，３，５－トリブロモベンゼン 10g，２－ナフタレンボロン酸 12g、及びテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム 1.1g を混合し、アルゴン置換した。トルエン 150ml、及び 2 M 炭酸ナトリウム水溶液 55ml を加え、７時間加熱還流した。

放冷後、トルエンで有機層を抽出し、水及び飽和食塩水で洗浄した。有機層を無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、溶媒を留去した。生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製することにより、目的の ２－（３－ブロモ－５－ナフタレンー２－イルーフェニル）ナフタレン 5.5g（収率 42%）を白色結晶として得た。

合成例 2 1 (2, 5-ジブロモヨードベンゼンの合成)

2, 5-ジブロモアニリン10g を希塩酸 (濃塩酸40ml+水30ml) に分散し、0℃にて NaNO_2 3gの水溶液を滴下した。40分間反応液を攪拌後、別途調製したヨウ化カリウム60g 水溶液に室温で滴下した。室温で2時間攪拌した後、塩化メチレン、及び少量の亜硫酸水素ナトリウムを添加し、有機層を抽出した。10%亜硫酸水素ナトリウム水溶液、飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した後、溶媒を留去した。生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製することにより、目的の2, 5-ジブロモヨードベンゼン10.5g (収率73%)を白色結晶として得た。

合成例 2 2 (10-(4-ビフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の合成)

合成例 3 において、2-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに4-ブロモビフェニルを出発原料として、同様の方法により10-(4-ビフェニル)アントラセン-9-ボロン酸を合成した。

合成例 2 3 (9-(2, 5-ジブロモフェニル)-10-(4-ビフェニル)アントラセンの合成)

合成例 3 において、2-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2, 5-ジブロモヨードベンゼンを、9-アントラセンボロン酸の代わりに9-(4-ビフェニル)アントラセン-10-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により9-(2, 5-ジブロモフェニル)-10-(4-ビフェニル)アントラセンを合成した。

合成例 2 4 (2-(5-ブロモ-2-メチルフェニル)ナフタレンの合成)

合成例 2 1 において、2, 5-ジブロモアニリンの代わりに、5-ブロモ-2-メチルアニリンを用いた以外は、同様の方法により 4-ブロモ-2-ヨードトルエンを合成した。さらに合成例 1 において、4-ブロモヨードベンゼンの代わりに 4-ブロモ-2-ヨードトルエンを用いた以外は、同様の方法により 2-(5-ブロモ-2-メチルフェニル)ナフタレンを合成した。

合成例 2 5 (9-ブロモ-2-ターシャリーブチルアントラセンの合成)

合成例 4 において、9-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセンの代わりに、2-ターシャリーブチルアントラセンを用いて同様の反応を行い、得られた生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製する事で、9-ブロモ-2-ターシャリーブチルアントラセンを合成した。

合成例 2 6 (3-ターシャリーブチル-10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の合成)

合成例 2 において、9-ブロモアントラセンの代わりに、9-ブロモ-2-ターシャリーブチルアントラセンを出発原料として、同様の方法により、3-ターシャリーブチル-10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸を合成した。

実施例 1 (化合物 AN-8 の合成)

1-(4-ブロモフェニル)ナフタレン 4.0g , 10-(4-

ナフタレン-2-イル-フェニル)アントラセン-9-ボロン酸 5.0g、及びテトラキストリフェニルホスフィンパラジウム 0.41g を混合し、アルゴン置換した。DME 100ml 及び 2 M 炭酸ナトリウム水溶液 20ml を加え、10時間加熱還流した。

放冷後、析出晶を濾別し、水、メタノール、トルエンにて洗浄した。得られた結晶をトルエンから再結晶、ろ過・乾燥することにより、目的の化合物 (AN-8) 4.1g を淡黄色結晶として得た (収率 60%)。

この化合物のFD-MS (フィールドディソープションマス分析) は、 $C_{46}H_{30} = 582$ に対し、 $m/z = 582$ を与えた。

実施例 2 (化合物 AN-9 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに 9-(4-ブロモフェニル)フェナンスレンを用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-9 をクリーム色結晶として得た (収率 63%)。

この化合物のFD-MSは、 $C_{50}H_{32} = 632$ に対し、 $m/z = 632$ を与えた。

実施例 3 (化合物 AN-45 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに 2-(3-ブロモフェニル)ナフタレンを、10-(4-ナフタレン-2-イル-フェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに 10-(4-ナフタレン-1-イル-フェニル)アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-45 を白色結晶として得た (収率 50%)。

この化合物のFD-MSは、 $C_{46}H_{30} = 582$ に対し、 $m/z = 5$

82を与えた。

実施例4（化合物AN-117の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-（2-ブロモフェニル）ナフタレンを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（4-ナフタレン-1-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-117を淡黄色結晶として得た（収率68%）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{46}H_{30}=582$ に対し、 $m/z=582$ を与えた。

実施例5（化合物AN-144の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-ブロモビフェニルを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（4-ナフタレン-1-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-144を淡黄色結晶として得た（収率44%）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{42}H_{28}=532$ に対し、 $m/z=532$ を与えた。

実施例6（化合物AN-145の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-ブロモビフェニルを用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-145を白色結晶として得た（収率53%）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{42}H_{28}=532$ に対し、 $m/z=532$ を与えた。

32を与えた。

実施例7（化合物AN-171の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-ブロモ-p-ターフェニルを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（4-ナフタレン-1-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-171を淡黄色結晶として得た（収率43%）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{48}H_{32}=608$ に対し、 $m/z=608$ を与えた。

実施例8（化合物AN-179の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-（4-ブロモフェニル）-p-ターフェニルを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（p-ターフェニル-2-イル）アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-179を淡黄色結晶として得た（収率48%）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{56}H_{38}=710$ に対し、 $m/z=710$ を与えた。

実施例9（化合物AN-212の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに1-（3-ブロモフェニル）ナフタレンを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（ビフェニル-2-イル）アントラセン-9

ーボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-212を白色結晶として得た（収率58％）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{42}H_{28} = 532$ に対し、 $m/z = 532$ を与えた。

実施例10（化合物AN-213の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-（3-ブロモフェニル）ナフタレンを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（ビフェニル-2-イル）アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-213を淡黄色結晶として得た（収率43％）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{42}H_{28} = 532$ に対し、 $m/z = 532$ を与えた。

実施例11（化合物AN-237の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの代わりに2-（3-ブロモフェニル）ナフタレンを、10-（4-ナフタレン-2-イルフェニル）アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-（p-ターフェニル2-イル）アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-237を白色結晶として得た（収率58％）。

この化合物のFD-MSは、 $C_{48}H_{32} = 608$ に対し、 $m/z = 608$ を与えた。

実施例12（化合物AN-251の合成）

実施例1において、1-（4-ブロモフェニル）ナフタレンの

代わりに 9-(3-ブロモフェニル)フェナンスレンを、10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに 10-(3-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-251を淡黄色結晶として得た(収率58%)。

この化合物のFD-MSは、 $C_{50}H_{32}=632$ に対し、 $m/z=632$ を与えた。

実施例 13 (化合物AN-275の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに 1-(2-ブロモフェニル)ナフタレンを、10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに 10-(ビフェニル-2-イル)アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-275を淡黄白色結晶として得た(収率45%)。

この化合物のFD-MSは、 $C_{42}H_{28}=532$ に対し、 $m/z=532$ を与えた。

実施例 14 (化合物AN-281の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに 2-(2-ブロモフェニル)ナフタレンを、10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに 10-(ビフェニル-2-イル)アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物AN-281を淡黄白色結晶として得た(収率48%)。

この化合物のFD-MSは、 $C_{42}H_{28}=532$ に対し、 $m/z=532$ を与えた。

実施例 15 (化合物 AN-296 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-ブロモ-p-ターフェニルを、10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに10-(ビフェニル-2-イル)アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-296 を白色結晶として得た (収率 35%)。

この化合物の FD-MS は、 $C_{44}H_{30} = 558$ に対し、 $m/z = 558$ を与えた。

実施例 16 (化合物 AN-346 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-(3-ブロモ-5-ナフタレン-2-イルフェニル)ナフタレンを用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-346 を淡黄色結晶として得た (収率 70%)。

この化合物の FD-MS は、 $C_{56}H_{36} = 708$ に対し、 $m/z = 708$ を与えた。

実施例 17 (化合物 AN-358 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに9-(2,5-ジブロモフェニル)-10-(4-ビフェニル)アントラセンを、10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに2倍量の1-ナフタレンボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-358 を淡黄色結晶として得た (収率 62%)。

この化合物の FD-MS は、 $C_{52}H_{34} = 658$ に対し、 $m/z = 658$ を与えた。

実施例 18 (化合物 AN-393 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-(5-ブロモ-2-メチルフェニル)ナフタレンを用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-393 を淡黄色結晶として得た (収率 64%)。

この化合物の FD-MS は、 $C_{47}H_{32} = 596$ に対し、 $m/z = 596$ を与えた。

実施例 19 (化合物 AN-402 の合成)

実施例 1 において、1-(4-ブロモフェニル)ナフタレンの代わりに2-ブロモビフェニルを、10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸の代わりに3-ターシャリーブチル-10-(4-ナフタレン-2-イルフェニル)アントラセン-9-ボロン酸を用いた以外は、同様の方法により目的の化合物 AN-402 を淡黄色結晶として得た (収率 42%)。

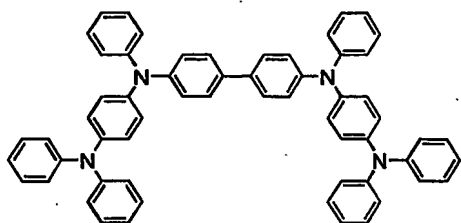
この化合物の FD-MS は、 $C_{46}H_{36} = 588$ に対し、 $m/z = 588$ を与えた。

実施例 20 (有機 EL 素子の製造)

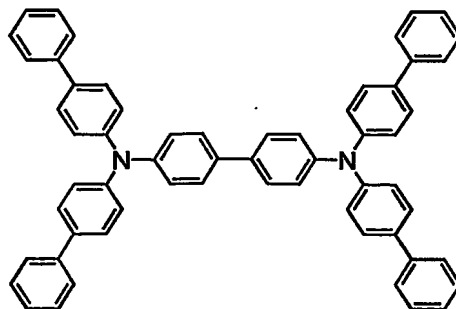
25 mm × 75 mm × 1.1 mm 厚の ITO 透明電極付きガラス基板 (ジオマティック社製) をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を 5 分間行なった後、UV オゾン洗浄を 30 分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚 60 nm の下記 N, N'-ビス (N, N'-ジフェニル-4-アミノフェニル) -N,

N-ジフェニル-4,4'-ジアミノ-1,1'-ビフェニル膜（以下「TPD232膜」）を成膜した。このTPD232膜は、正孔注入層として機能する。次に、このTPD232膜上に膜厚20nmの下記N,N,N',N'-テトラ（4-ビフェニル）-ジアミノビフェニレン層（以下「TBDB層」）を成膜した。この膜は正孔輸送層として機能する。さらに膜厚40nmの前記化合物AN-8を蒸着し成膜した。同時に発光材料として、下記のスチリル基を有するアミン化合物D1をAN-8に対し、重量比AN-8:D1=40:3で蒸着した。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚10nmのAlq膜を成膜した。これは、電子注入層として機能する。この後、還元性ドーパントであるLi（Li源：サエスゲッター社製）と下記Alqを二元蒸着させ、電子注入層（又は陰極）としてAlq:Li膜（膜厚10nm）を形成した。このAlq:Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し有機EL素子を形成した。

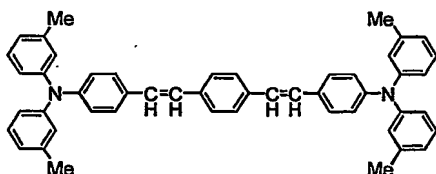
なお、発光層を形成する際の蒸着温度（蒸着速度1Å/secにおける蒸着源温度）は、300℃であった。また、得られた有機EL素子の発光効率を測定し、さらに、初期輝度を1000nitにて輝度変化を測定したところ、観測開始から2443時間経過時における輝度は712nitであり、この素子の半減寿命測定結果は6050時間であった。これらの結果を表1に示す。



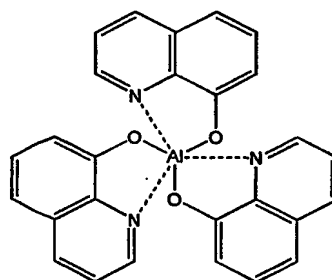
TPD232



TBDB



D1



Alq

実施例 21 ~ 22

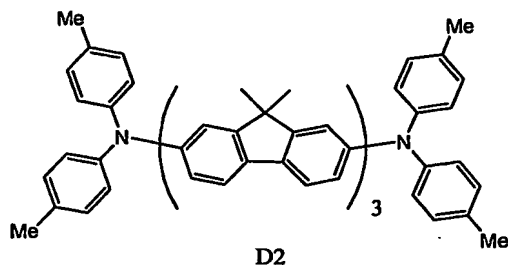
実施例 20 において、発光層の材料として化合物 AN-8 の代わりに表 1 に記載の化合物を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。

また、実施例 20 と同様にして測定した発光層を形成する際の蒸着温度、得られた有機 EL 素子の発光効率、初期輝度 1000 n i t での半減寿命を測定した結果を表 1 に示す。

実施例 2 3

実施例 2 0 において発光層の材料としてアミン化合物 D 1 の代わりに下記アミン化合物 D 2 を用いた以外は同様にして有機 E L 素子を作製した。

また、実施例 2 0 と同様にして測定した発光層を形成する際の蒸着温度、得られた有機 E L 素子の発光効率、初期輝度 1 0 0 0 n i t での半減寿命を測定した結果を表 1 に示す。



実施例 2 4 ～ 2 6

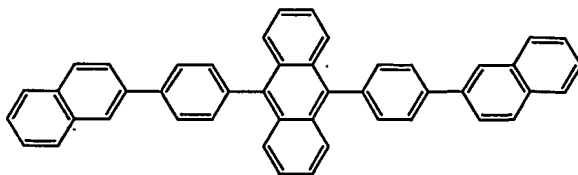
実施例 2 0 において発光層の材料として化合物 AN-8 の代わりに表 1 に記載の通りそれぞれ AN-45、AN-72 及び AN-74 を用いた以外は同様にして有機 E L 素子を作製した。

また、実施例 2 0 と同様にして測定した発光層を形成する際の蒸着温度、得られた有機 E L 素子の発光効率、初期輝度 1 0 0 0 n i t での半減寿命を測定した結果を表 1 に示す。

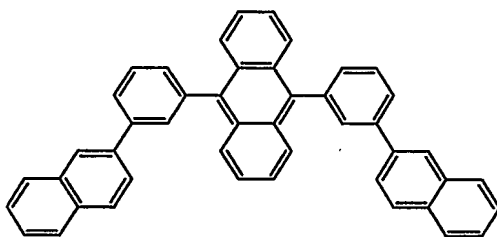
比較例 1 ～ 3

実施例 2 0 において、発光層の材料として化合物 AN-8 の代わりに表 1 に記載の下記化合物を用いた以外は同様にして有機 E L 素子を作製した。

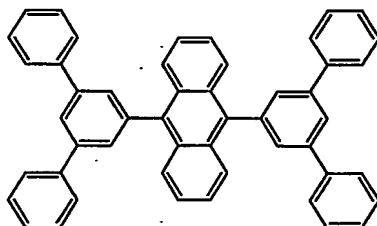
また、実施例 20 と同様にして測定した発光層を形成する際の蒸着温度、得られた有機 EL 素子の発光効率、初期輝度 1000 nit での半減寿命を測定した結果を表 1 に示す。



an-1



an-2



an-3

表 1

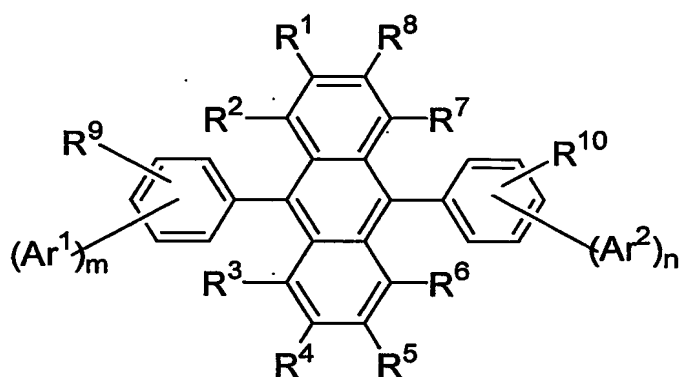
	発光層の化合物	発光効率	半減寿命	蒸着温度
		(cd/A)	(時間)	(℃)
実施例 2 0	AN-8 / D1	11.1	6,050	300
実施例 2 1	AN-213 / D1	10.9	4,000	261
実施例 2 2	AN-346 / D1	10.7	3,300	254
実施例 2 3	AN-8 / D2	10.5	3,800	300
実施例 2 4	AN-45 / D1	11.2	6,200	298
実施例 2 5	AN-72 / D1	10.9	4,000	262
実施例 2 6	AN-74 / D1	11.0	5800	305
比較例 1	an-1 / D1	8.7	900	349
比較例 2	an-2 / D1	8.7	800	331
比較例 3	an-3 / D1	8.9	500	310

産業上の利用可能性

以上、詳細に説明したように、本発明の一般式(1)で表される非対称モノアントラセン誘導体からなる有機EL素子用材料を用いた有機EL素子は、発光効率が高く、長寿命である。このため、長期間の継続使用が想定される有機EL素子として有用である。また、下記一般式(1)で表されるような非対称型のモノアントラセン構造を有する化合物を有機EL素子用材料として用いることにより、化合物の蒸着温度を低くすることができ、蒸着時の化合物の熱分解も抑制される。

請求の範囲

1. 下記一般式(1)で表される非対称モノアントラセン誘導体。



(1)

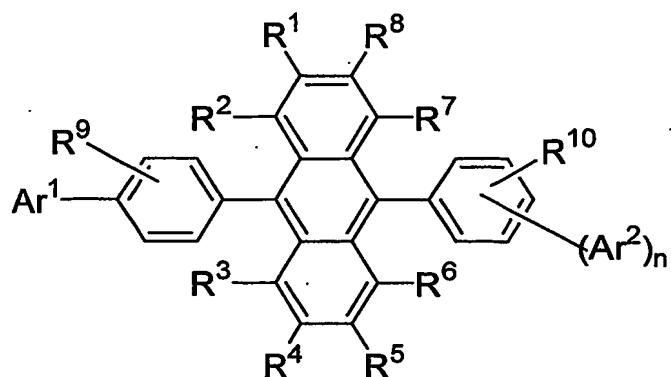
(式中、 Ar^1 及び Ar^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基であり、 m 及び n は、それぞれ 1 ～ 4 の整数である。ただし、 $m = n = 1$ でかつ Ar^1 と Ar^2 のベンゼン環への結合位置が左右対称型の場合には、 Ar^1 と Ar^2 は同一ではなく、 m 又は n が 2 ～ 4 の整数の場合には m と n は異なる整数である。

$R^1 \sim R^8$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアル

キル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリーロキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基である。

R⁹ 及び R¹⁰ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリーロキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基であり、いずれもアルケニル基であることはない。)

2. 下記一般式(2)で表される非対称モノアントラセン誘導体。



(2)

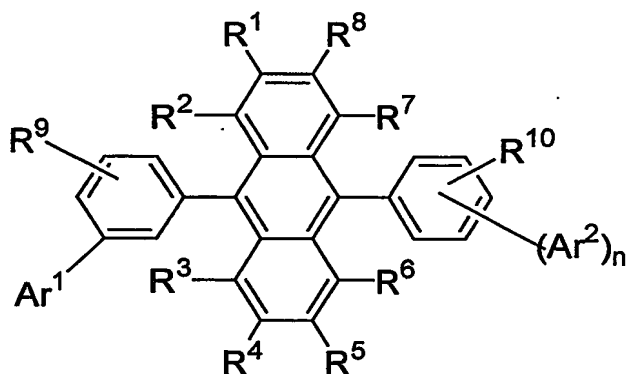
(式中、 $A r^1$ 及び $A r^2$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基であり、 n は、それぞれ 1 ～ 4 の整数である。ただし、 $n = 1$ でかつ $A r^1$ と $A r^2$ のベンゼン環への結合位置が左右対称型の場合には、 $A r^1$ と $A r^2$ は同一ではない。

$R^1 \sim R^8$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基である。

R^9 及び R^{10} は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無

置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基であり、いずれもアルケニル基であることはない。)

3. 下記一般式(3)で表される非対称モノアントラセン誘導体。



(3)

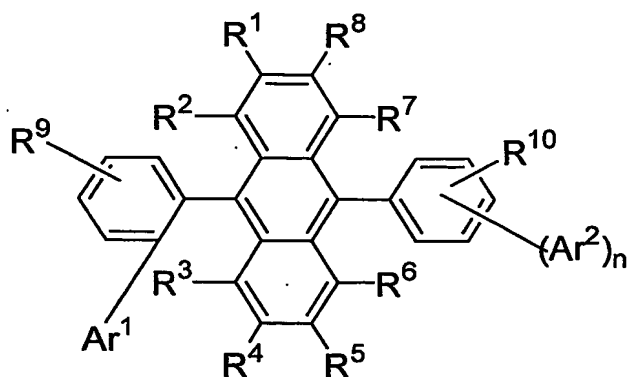
(式中、Ar¹ 及び Ar² は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基であり、n は、それぞれ 1 ～ 4 の整数である。ただし、n = 1 でかつ Ar¹ と Ar² のベンゼン環への結合位置が左右対称型の場合には、Ar¹

と Ar^2 は同一ではない。

$R^1 \sim R^8$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基である。

R^9 及び R^{10} は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基であり、いずれもアルケニル基であることはない。)

4. 下記一般式(4)で表される非対称モノアントラセン誘導体。



(4)

(式中、Ar¹ 及び Ar² は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基であり、n は、それぞれ 1 ～ 4 の整数である。ただし、n = 1 でかつ Ar¹ と Ar² のベンゼン環への結合位置が左右対称型の場合には、Ar¹ と Ar² は同一ではない。

R¹ ～ R⁸ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基である。

R⁹ 及び R¹⁰ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無

置換の核炭素数 6 ～ 50 の芳香族炭化水素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ～ 50 のアリアルチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基であり、いずれもアルケニル基であることはない。)

5. 一般式 (1) において、前記 Ar^1 及び Ar^2 がそれぞれ独立に、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基及び p-tert-ブチルフェニル基のいずれかである請求項 1 に記載の非対称モノアントラセン誘導体。

6. 一般式 (1) において、前記 Ar^1 及び Ar^2 がそれぞれ独立に、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9-フェナントリル基のいずれかである請求項 1 に記載の非対称モノアントラセン誘導体。

7. 請求項 1 に記載の一般式 (1) で表される非対称モノアントラセン誘導体からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材

料。

８．前記有機エレクトロルミネッセンス素子用材料が、発光材料である請求項７に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

９．前記有機エレクトロルミネッセンス素子用材料が、ホスト材料である請求項７に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

１０．陰極と陽極間に少なくとも発光層を含む一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも１層が、請求項１に記載の一般式（１）で表される非対称モノアントラセン誘導体を単独もしくは混合物の成分として含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

１１．前記発光層が、一般式（１）で表される非対称モノアントラセン誘導体を主成分として含有する請求項１０に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

１２．前記発光層が、さらにアリアルアミン化合物を含有する請求項１０に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

１３．前記発光層が、さらにスチリルアミン化合物を含有する請求項１０に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C07C15/27, C09K11/06, H05B33/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C07C15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1992	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1992	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAPLUS (STN), REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-273056 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 03 October, 2000 (03.10.00),	1-3, 5-8, 10, 11
Y	Claims; Par. Nos. [0020] to [0021], [0040] to [0046] (Family: none)	4, 9, 12, 13
X	US 2002/0132134 A1 (XEROX CORP.), 19 September, 2002 (19.09.02),	1-3, 7-11
Y	Claim 5; (particularly, Compound (I-7)); Par. Nos. [0023] to 0028] (Family: none)	4-6, 12, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 January, 2005 (14.01.05)

Date of mailing of the international search report
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018111

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 1182183 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 27 February, 2002 (27.02.02), Claims; pages 12 to 13, compounds E17, E18 & WO 01/72673 A1 Claims; page 15, compounds E17, E18 & US 2002048687 A1	1-3, 7-13 4-6
X Y	JP 2003-338375 A (TDK Corp.), 28 November, 2003 (28.11.03), Par. No. [0062]; example 1 (Family: none)	1, 2, 4 3, 5-13
Y	EP 1333018 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 06 August, 2003 (06.08.03), Claims; Par. Nos. [0041] to [0045] & JP 2001-335516 A Claims; Par. Nos. [0034] to [0041]	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C07C15/27, C09K11/06, H05B33/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C07C15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1992年

日本国公開実用新案公報 1971-1992年

日本国登録実用新案公報 1994-1996年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAPLUS (STN)

REGISTRY (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2000-273056 A (出光興産株式会社), 2000. 10. 3, 【特許請求の範囲】, 【0020】～【0021】, 【0040】～【0046】 (ファミリーなし)	1-3, 5-8, 10, 11 4, 9, 12, 13
X Y	US 2002/0132134 A1 (XEROX CORPORATION), 2002. 09. 19, Claim 5 (特にCompound(I-7)), [0023]～[0028] (ファミリーなし)	1-3, 7-11 4-6, 12, 13
X Y	EP 1182183 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 2002. 02. 27, 特許請求の範囲, 第12～13頁化合物E17及びE18 & WO 01/72673 A1, 特許請求の範囲, 第15頁化合物E17及びE18 & US 2002048687 A1	1-3, 7-13 4-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 01. 2005

国際調査報告の発送日

01. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田村 聖子

4H

3554

電話番号 03-3581-1101 内線 3443

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2003-338375 A (TDK株式会社), 2003.11.28, 【0062】, 実施例 1 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 5-13
Y	EP 1333018 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 2003.08.06, 特許請 求の範囲, 【0041】 ~ 【0045】 & JP 2001-335516 A, 特許請求の範 囲, 【0034】 ~ 【0041】	1-13